

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANCÍ

Využití statistického usuzování v technické analýze
Application of Statistical Inference in Technical Analysis

Student: Bc. Tomáš Trachtulec
Vedoucí diplomové práce: Ing. Aleš Kresta, Ph.D.

OSTRAVA 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Ekonomická fakulta
Katedra financí

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Tomáš Trachtulec**
Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa
Studijní obor: 6202T010 Finance
Téma: **Využití statistického usuzování v technické analýze**
Application of Statistical Inference in Technical Analysis

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Popis technické analýzy
3. Popis metod statistického usuzování
4. Optimalizace zvolené strategie a analýza výsledků
5. Závěr

Seznam použité literatury

Seznam zkratk

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Seznam příloh

Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

ARSON, R. David. *Evidence-Based Technical Analysis: Applying the Scientific Method and Statistical Inference to Trading Signals*. New York: Wiley, 2007. 528 s. ISBN 978-0-470-00874-4.
KIRKPATRICK, D. Charles and Julie DALHQUIST. *Technical Analysis: The Complete Resource for Financial Market Technicians*. 2nd ed. New Jersey: FT Press, 2011. 671 s. ISBN 978-0-13-705944-7.
ZMEŠKAL, Z., D. DLUHOŠOVÁ a T. TICHÝ. *Finanční modely*. 3. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 249 s. ISBN 978-80-86929-91-0.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Aleš Kresta, Ph.D.**

Datum zadání: 21.11.2014

Datum odevzdání: 25.04.2015





Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová
děkanka fakulty

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci, včetně příloh vypracoval samostatně.

V Ostravě dne 25. dubna 2015


.....
Bc. Tomáš Trachtulec

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Aleši Krestovi, Ph.D. za ochotu, pomoc, rady a připomínky, které mi poskytoval v průběhu psaní.

OBSAH

1	Úvod	5
2	Popis technické analýzy	7
2.1	Popis predikčních přístupů	7
2.2	Historie technické analýzy	9
2.2.1	Období před Charlesem Dowem	9
2.2.2	Moderní technická analýza	9
2.3	Předpoklady technické analýzy	10
2.4	Metody technické analýzy	10
2.4.1	Grafické formace	13
2.4.2	Konsolidační formace	14
2.4.3	Trendové indikátory	16
2.4.4	Klouzavé průměry	16
2.4.5	Trendy, trendové čáry	20
2.4.6	Podpora a odpor (supporty a rezistence)	21
2.5	Binární obchodní systém	22
2.6	Popis trhů	25
3	Popis metod statistického usuzování	31
3.1	Statistické usuzování	31
3.2	Statistické hypotézy	33
3.2.1	Stanovení hypotéz	33
3.2.2	Stanovení hladiny významnosti	34
3.2.3	Testovací statistika	35
3.2.4	Vyvození závěru testování	37
3.3	Stanovení statistických hypotéz a hladiny významnosti pro testy prováděné v aplikační části diplomové práce	39
3.4	Statistické testování a postup v aplikační části	39
3.5	Matematická formulace	42
4	Optimalizace zvolené strategie a analýza výsledků	45
4.1	Vstupní data	45
4.1.1	Vývoj indexu FTSE 100	45
4.1.2	Vývoj ceny ropy	46
4.1.3	Vývoje CZK/EUR	47
4.2	Výsledky jednotlivých testů – index FTSE 100, ropa, měnový pár CZK/EUR	48
4.2.1	Výsledek testování – index FTSE 100	49

4.2.2	Výsledek testování – ropa	55
4.2.3	Výsledek testování – měnový pár CZK/EUR.....	60
4.3	Popis uvažovaného zjednodušení a návrhů na další výzkum	66
5	Závěr.....	67
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	69
	SEZNAM ZKRATEK.....	71
	SEZNAM PŘÍLOH	73

1 Úvod

I přes řadu odpůrců má technická analýza své pevné místo ve finančním světě, které je čím dál více upevňováno s rozvojem informačních technologií. Technická analýza se využívá především při predikci krátkodobého vývoje finančních instrumentů. Dle technických analytiků je veškerý vývoj finančního instrumentu ovlivněn poptávkou, nabídkou a objemem obchodů na trhu. Za vstupní data techničtí analytici využívají historické časové řady a uvažují o opakovatelnosti vývoje cen finančních instrumentů v budoucnu. K popularitě technické analýzy přispívá dostupnost a možnost obchodování i pro drobné investory s menším vstupním kapitálem, především je fenomén posledních let obchodování na FOREXu, na kterém se obchoduje 24 hodin denně.

Cílem diplomové práce je statisticky otestovat kumulované výnosy získané optimalizací binárního obchodního systému založeného na jednom variabilním prahu. Statistické testování bude provedeno na třech zvolených časových řadách – burzovním indexu, komoditě a měnovém páru.

Diplomová práce je rozdělena do pěti kapitol. První a poslední kapitola je úvod a závěr. Druhá kapitola je věnována popisu technické analýzy. Tato kapitola zahrnuje veškeré důležité poznatky týkající se technické analýzy, a to od srovnání s dalšími analytickými metodami, historie technické analýzy, popisu metod technické analýzy, popisu binárního obchodního systému až po vymezení trhů vhodných k využití technické analýzy.

Následuje kapitola třetí, která je věnovaná statistickému usuzování. V této kapitole dojde postupně k seznámení čtenáře se základními pojmy u statistického usuzování a k popisu statistických metod, které budou využity při statistickém testování. Rovněž je v této kapitole zahrnuta matematická formulace veškerých nezbytných výpočtů využitých v aplikační části diplomové práce.

Čtvrtá kapitola je věnována aplikaci statistického usuzování na třech reálných devítiletých historických časových řadách, konkrétně se jedná o časové řady indexu FTSE 100, ropy a měnového páru CZK/EUR. V rámci čtvrté kapitoly dojde nejdříve k popsání vývoje vstupních dat, následuje optimalizace obchodního systému, na kterou navazuje interpretace dosažených optimalizovaných výsledků a jejich statistického testování.

Teoretická část diplomové práce vychází především z Aronsona (2008), Kirkpatricka a Dalquistové (2011). Výpočty v praktické části diplomové práce jsou prováděny v prostředí Matlab a Excel.

2 Popis technické analýzy

Tato kapitola bude věnována popisu technické analýzy, včetně nutných znalostí základních pojmů, které jsou nezbytné k obchodování s finančními instrumenty.

2.1 Popis predikčních přístupů

V současné době se vychází ze tří analytických přístupů při investování do finančních instrumentů a je na každém z investorů, který z přístupů si při investování zvolí. Analýzy jsou následující,

- fundamentální analýza,
- psychologická analýza,
- technická analýza.

Fundamentální analýza

Fundamentální analýzu lze považovat za nejkomplexnější z dostupných analýz. Zkoumá a zabývá se vlivem celého trhu a ekonomiky na akciový kurz. Pomocí fundamentální analýzy se stanovuje vnitřní hodnota akcie, kterou následně investor porovná s tržním kurzem akcie. Výsledkem porovnání je zjištění podhodnocení či nadhodnocení akcie a z toho plynoucí investiční doporučení – koupit, prodat či držet akcii. Vnitřní hodnota akcie je tvořena zkoumáním kurzotvorných faktorů a veřejně dostupných informací. V zásadě má fundamentální analýza tři části. První část je globální analýza a považuje se za jednu z nejdůležitějších částí fundamentální analýzy. Cílem je prozkoumat a zachytit dlouhodobou tendenci vlivů ekonomiky na kurzy cenných papírů. Stav ekonomiky je zachycen makroekonomickými ukazateli. Na globální analýzu navazuje analýza odvětvová. Cílem odvětvové analýzy je zpřesnit výsledky globální analýzy, jelikož v ekonomice se nachází velký počet různých odvětví a každé z těchto odvětví reaguje na totožné změny makroekonomických faktorů odlišně. Poslední částí je analýza jednotlivé společnosti skládající se z finanční analýzy, určení vnitřní hodnoty akcie a vytvoření SWOT analýzy. K vypracování fundamentální analýzy je nezbytná znalost financí na vysoké úrovni.

Psychologická analýza

Psychologická analýza nezkoumá detailně daný finanční instrument, graf ani faktory jej ovlivňující, ale zabývá se lidským chováním při investování a současně bere v potaz i možné iracionální chování člověka. Investování do finančních instrumentů zřídka kdy bývá

individuální záležitostí, a proto je klíčovým prvkem psychologické analýzy psychologie davu a impulsy k nakupování či prodeji finančních instrumentů. Všeobecně není doporučováno investorům se rozhodovat pouze na základě psychologické analýzy, ale používat ji, jako vhodný doplněk ostatních analýz.

Technická analýza

Hlavním cílem technické analýzy je predikovat na základě publikovaných tržních dat vývoj kurzů jednotlivých finančních instrumentů a vývoj celého trhu. Technická analýza nehledá vnitřní hodnotu akcie ani se nezaměřuje na psychologii investora, ale je založena na predikci budoucího vývoje pohybu cen finančního instrumentu. Hlavními vstupními daty jsou historické časové řady cen finančních instrumentů, objemy obchodů či hodnoty indexů. Podstatou technické analýzy není zkoumání faktorů ovlivňující vývoj kurzu finančního instrumentu, ale jakou cenu bude mít finanční instrument na základě minulého vývoje v budoucnu. Technici tvrdí, že všechno, co kurz ovlivňuje je již v kurzu zahrnuto. Stěžejní činností u technické analýzy je zkoumání grafů. Technická analýza bude podrobněji zpracována níže, tato část slouží k základnímu vymezení odlišností mezi jednotlivými analýzami, pro lepší přehlednost slouží Tab. 2.1.

Tab. 2.1 – Srovnání jednotlivých analýz

Srovnání jednotlivých analýz			
	Fundamentální	Psychologická	Technická
Výhody	komplexní pohled na podnik, její finanční zdraví a možný budoucí vývoj	umožňuje rychlou reakci při okamžitém využití "nálady" na trhu	reaguje rychleji než fundamentální analýza
Nevýhody	neřeší načasování obchodu, data jsou historická, důležitá je zkušenost analytika	možnost nevhodného načasování spekulace, špatný odhad reakcí ostatních investorů	falešné signály, historická data, subjektivita analytika
Použití	dlouhodobá popřípadě krátkodobá investice	krátkodobá spekulace	krátkodobá a střednědobá investice
Vychází	z účetních výkazů	psychologie investora	kurzů a objemů obchodů
Pracnost	vysoká, znalost ekonomiky a financí	intuice, zkušenost, znalost psychologie	nízká, znalosti "čtení grafů"
Kurzy determinovány	očekávanou ekonomickou pozicí podniku	nabídkou a poptávkou	reakcemi investorů

Zdroj: Kořená, Novotná (2014)

2.2 Historie technické analýzy

Historie technické analýzy sahá až do starověku a zpravidla bývá rozdělena na dvě období. První období, jak už bylo zmíněno, se datuje až do starověku a může být nazváno obdobím před Charlesem Dowem. Druhé období se týká moderní technické analýzy a může být nazváno obdobím Charlese Dowa.

2.2.1 Období před Charlesem Dowem

I když se postrádá jakýkoliv hmotný důkaz, dá se předpokládat, že základní techniky technické analýzy byly využívány již ve starověku. Nasvědčuje tomu existence různých podob trhů. Například se ví o obchodování s komoditami a měnami v přístavu Ostie. Ve středověku existoval obrovský trh s obilím v Toulouse (Francie) a v Angevinu (Anglie), odkud se přejímaly ceny komodit. Dále se díky historickým souvislostem rozvinuly trhy v oblastech středozemního moře. Mezi hlavní obchodní střediska patřila města Florencie, Janov, Benátky, Valencie, Barcelona apod. *„Z dostupných informací se v roce 1585 obchodovalo na ulicích a v amsterdamských „coffee“ domech více než 339 položek, a tak v roce 1602 vznikla vůbec nejstarší burza na světě Bourse v Amsterdamu,*“ dle Technical Analysis (2011). S vývojem trhů se ruku v ruce vyvíjely pochopitelně i finanční instrumenty. Obchodníci si již v tomto období zaznamenávali ceny, které následně analyzovali. V 18. století začala klesat významnost amsterdamské burzy a hlavní burzou se v Evropě stala burza londýnská. V tomto století se také objevuje jméno japonského obchodníka Sokyo Honma, který zbohatl při využívání technické analýzy při obchodování s rýží. Ceny následujícího dne odhadoval na základě historických jednodenních cen, ceny čtyřdenní odhadoval na základě historických třídních cen. A jelikož byl v Japonsku zaznamenán první obchodní systém, spousta historiků považuje právě Japonsko za „Mekku“ technické analýzy, avšak zdá se hodně nepravděpodobné, že by už v dřívějších letech nikdo nevyužíval podobné sofistikované metody.

2.2.2 Moderní technická analýza

Moderní technická analýza je spjata převážně se jménem Charlese Dowa, jež je považován za „otce“ moderní technické analýzy. Charles Dow žil v období 1851 – 1902 a byl jedním ze zakladatelů deníku The Wall Street Journal. V roce 1884 sestavil vůbec jako první člověk akciový index, který byl tvořen jedenácti akciovými tituly, v té době

nejvýznamnějšími americkými podniky. Devět z nich byly železniční společnosti a dva z nich výrobní společnosti. Principem indexu je, že zahrnuté podniky a vývoj jejich akcií indikuje vývoj ekonomiky USA. Jestliže se ekonomika vyvíjí pozitivně, měl by index růst, pokud by se ekonomika vyvíjela negativně, měl by korelovat i sestavený index, a tedy by měl klesat. V roce 1896 přišel Charles Dow se zavedením dvou rozdílných indexů, které by měly lépe korelovat vývoj hospodářství. Prvním z nich zahrnoval dvanáct akcií nejvýznamnějších akciových firem, druhý z indexů byl ryze dopravní index, který zahrnoval dvacet železničních společností. V současné době se využívá index DJIA (Dow Jones Industrial Average), který prošel od svého sestavení značnou obměnou. Nyní se skládá z třiceti akciových titulů, které jsou největší a nejobchodovatelnější na americké burze NASDAQ. Jedinou původní společností od sestavení indexu je společnost General Electric. Jedná se o cenově vážený index.

2.3 Předpoklady technické analýzy

Technická analýza má určité předpoklady, ze kterých vychází. Mezi základní předpoklady se mj. řadí, že

- kurzy reflektují vše, co je může ovlivnit, tzn., že v kurzech jsou vyjádřeny všechny druhy ovlivňujících faktorů,
- kurzy se nevyvíjejí stochasticky, ale v trendech a ty mají určitou míru setrvačnosti,
- kurzové změny jsou na sobě závislé – historie se opakuje, vývoj kurzů se bude vyvíjet podobně jako v minulosti,
- výsledná cena je tvořena poptávkou a nabídkou. Vyšší poptávka než nabídka má za následek očekávání růstu cen a opačně. Technická analýza je závislá pouze na ceně, tudíž není podstatné, proč změny nastávají, ale co se děje.

2.4 Metody technické analýzy

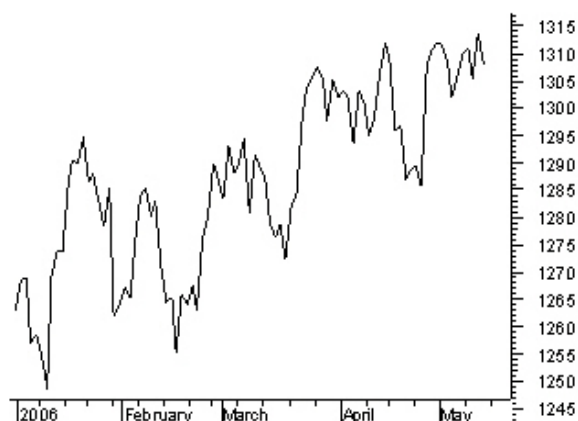
Metod používaných u technické analýzy je celá řada, avšak základní členění je na grafické metody a technické indikátory. K nejpoužívanějším grafům technické analýzy patří níže uvedené grafy.

Čárové grafy

Čárové grafy lze považovat za nejjednodušší používané grafy u technické analýzy. Pro svoji jednoduchost jsou často využívány i médii. Čárové grafy zobrazují nejčastěji

uzavírací cenu finančního instrumentu, ale mohou zobrazovat i průměrné ceny komodit nebo měn, popřípadě otevírací ceny, a to za předem stanovené období (např. se může jednat o tříměsíční období). Smyslem čárových grafů je zachycení vývoje ceny finančního aktiva, tedy jeho trendu. Nevýhodou grafu je nezachycení volatility. Ukázka čárového grafu viz Graf 2.1.

Graf 2.1 Čárový graf

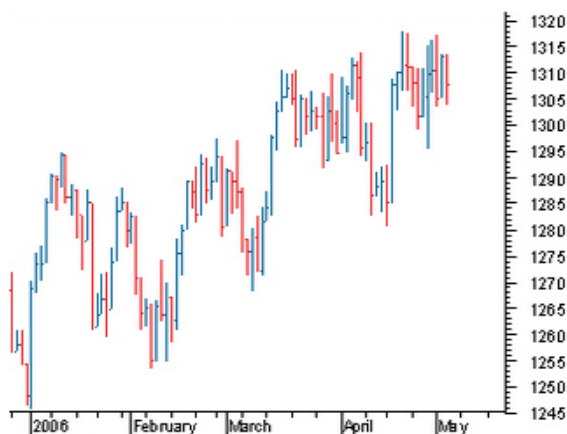


Zdroj: www.investopedia.com

Sloupcové grafy

Sloupcové grafy vyjadřují cenové úrovně za určité období (1, 5, 10 minut). Jak už název napovídá, cenové úrovně jsou tvořeny sloupcem, který zobrazuje čtyři velmi důležité informace. Jedná se o nejvyšší cenu (high), nejnižší cenu (low), otevírací cenu (open) a zavírací cenu (close), proto se tento typ grafu nazývá někdy OHLC. Průběh cen je pomocí sloupcového grafu detailněji zachycen než u čárového grafu, to napomáhá k lepšímu rozpoznání trendu. Dalšími výhodami grafu jsou zachycení volatility a mezer. Sloupcový graf je zachycen níže, viz Graf 2.2.

Graf 2.2 Sloupcový graf

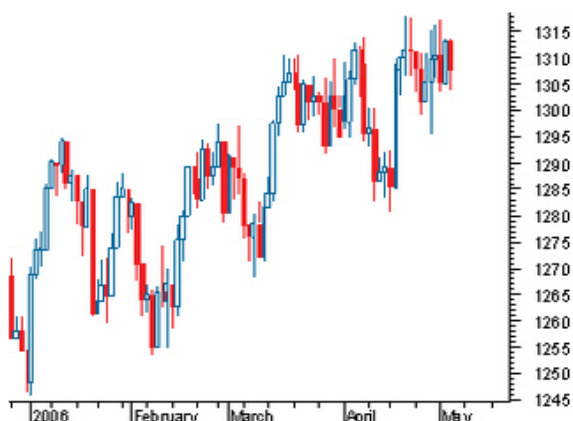


Zdroj: www.investopedia.com

Svíčkové grafy

Svíčkové grafy patří pravděpodobně mezi nejpoužívanější grafy u technické analýzy. Jejich vznik se datuje k roku 1700. Svíčkové grafy jsou převážně ceněny za jejich přehledné grafické vyjádření pohybu trhu a spolehlivou predikci trhu. Svíčkový graf je znázorněn níže, viz Graf 2.3.

Graf 2.3 Svíčkový graf

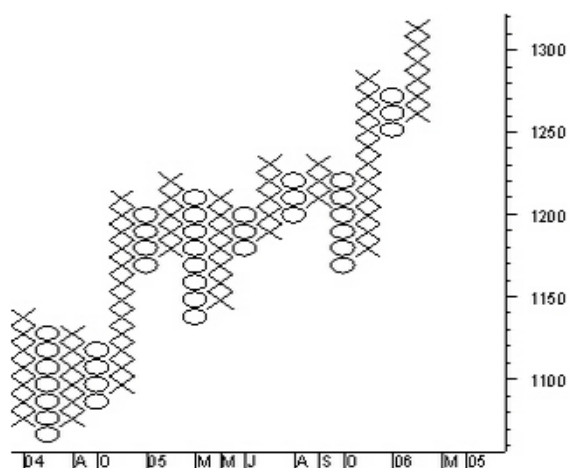


Zdroj: www.investopedia.com

Graf point and figure

Posledním, často používaným typem grafů u technické analýzy, je graf point and figure (Graf 2.4), u kterého na rozdíl od ostatních grafů není podstatné časové období. Principem konstrukce grafu je zakreslení písmena X při růstu kurzu o předem stanovenou hodnotu.

Graf 2.4 Graf point and figure



Zdroj: www.investopedia.com

Naproti tomu se pro změnu převládajícího trendu stanoví reverzní částka (bývá většinou dvakrát větší než u X), která je zapotřebí, aby se do grafu vepsalo 0. Každý sloupec, ať už X nebo O je charakteristický pro uptrend (rostucí trend) nebo downtrend (klesající trend). Nespornou výhodou grafu je nepříliš složitá identifikace supportů (podpor) a rezistencí. Viz podkapitola 2.5.7. Další grafickou metodou v technické analýze jsou formace.

2.4.1 Grafické formace

Grafické formace patří mezi další prvky technické analýzy, pomocí kterých se dá predikovat budoucí vývoje kurzu finančního instrumentu či celého trhu. Grafické formace se dělí na dvě skupiny, a to na rezervní formace (formace predikující změnu kurzu) a konsolidační formace (formace potvrzující stávající trend).

Rezervní formace

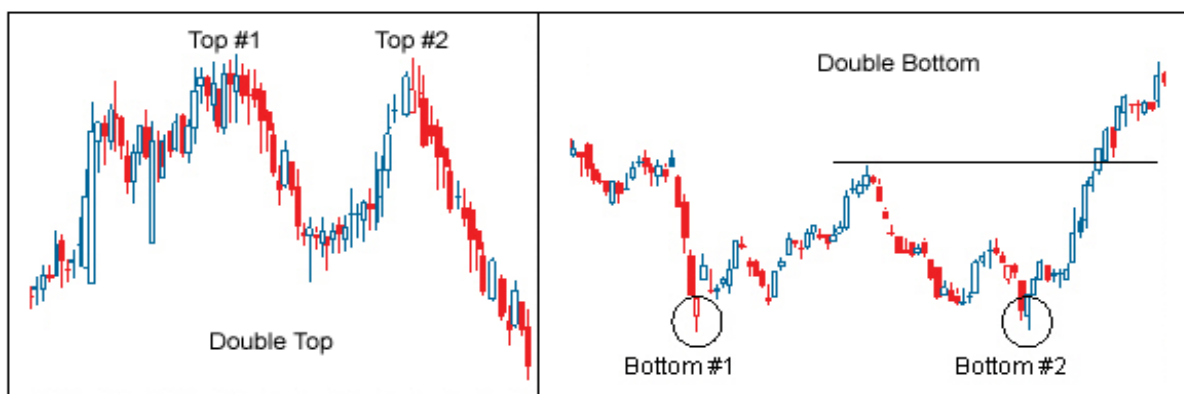
Rezervní formace, jež predikují změny kurzu, se vyskytují v době, kdy cena finančního instrumentu mění zásadně trend. Může se tedy jednat i o situaci, kdy rostoucí ceny se obrátí v klesající ceny a naopak. Mezi rezervní formace se řadí např.,

- dvojitý vrchol a dno,
- hlava a ramena apod.

Formace dvojitý vrchol a dno

Formace dvojitý vrchol a dno (viz Graf 2.6) patří k vizuálně nápadné kombinaci, která se dá docela snadno identifikovat. Funkčnost této kombinace je značná a je spousta obchodníků, kteří mají založenou obchodní strategii převážně na této kombinaci.

Graf 2.6 Formace dvojitý vrchol a dna



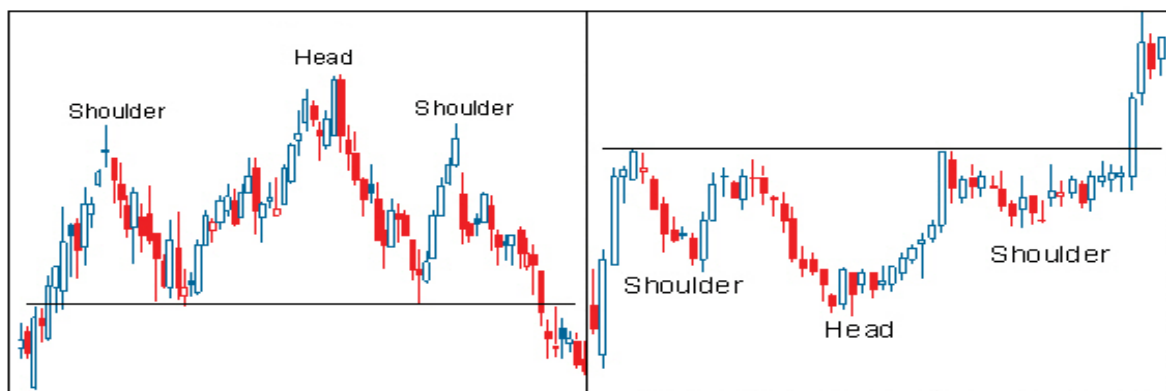
Zdroj: www.investopedia.com

Kombinace dvojité dno vzniká tak, že kurz v klesajícím trendu dosáhne dna, poté roste a při dalším pohybu se kurz dostane na stejnou úroveň, popřípadě podobnou úroveň předchozího dna, dalšího poklesu už kurz není schopen, a proto roste. U dvojitého vrcholu je průběh opačný.

Formace hlava a ramena

Formace hlava a ramena patří k nejznámějším formacím technické analýzy a může vzniknout u rostoucího i klesajícího trendu. V případě rostoucího trendu je formace složena ze dvou ramen (dva nižší vrcholy) a hlavy (nejvyšší vrchol), která se vyskytuje mezi dvěma rameny. Formace není hned z počátku snadno identifikovatelná. U rostoucího trendu dochází ke vzniku formace vznikem nového vrcholu, v tomto okamžiku zatím nelze identifikovat formaci hlava a ramena, proto je nezbytné sledovat další vývoj. Ten by měl přinést tvorbu nového, vyššího vrcholu než byl vrchol předchozí. Při poklesu ceny z nového vrcholu se dá přemýšlet již o vytvoření hledané formace. Nezbyvá než opět čekat na situaci, při které se pokles obrátí opět v růst. Vhodné je, aby další vrchol odpovídal a byl na úrovni vrcholu prvního ramene. Formace je skončena pokud cena z druhého ramene klesne na tzv. neckline (linie zakreslená těsně pod úroveň poklesu ceny z prvního ramene). Viz Graf 2.7. U klesajícího trendu je postup naopak.

Graf 2.7 Formace hlava a rameno



Zdroj: www.investopedia.com

2.4.2 Konsolidační formace

U konsolidačních formací se jedná o formace potvrzující současný trend kurzu finančního instrumentu. Typickým znakem konsolidačních formací je postranní horizontální pohyb kurzu. Mezi konsolidační formace se řadí mj.:

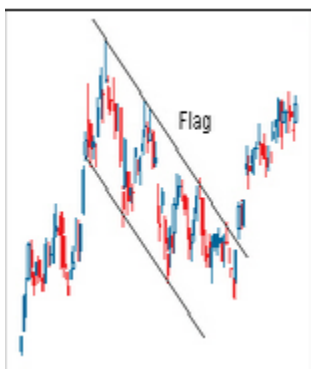
- formace vlajka,

- formace praporek,
- klínové formace apod.

Formace vlajka

Formace vlajka je zobrazena v Grafu 2.8 a může vzniknout jak na klesajícím trhu, tak i na rostoucím trhu. Formace je tvořena dvěma rovnoběžkami, mezi kterými se pohybuje kurz finančního instrumentu.

Graf 2.8 Formace vlajka



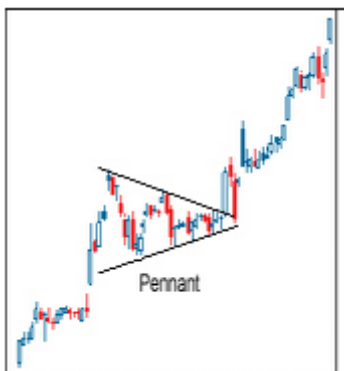
Zdroj: www.investopedia.com

Často je tato formace doprovázena nízkými objemy obchodů, které se začnou zvyšovat při vystoupení z formace. Základem při snaze identifikovat formaci vlajka je hlídání si volume (objem obchodů), protože pokud je volume během formování vlajky vysoké, zpravidla se v závislosti na vysokém volume sledovaná formace neprojeví, jako formace vlajka.

Formace praporek

Formace praporek je podobná předchozí formaci. Rozdílností je, že formace je tvořena přibližujícími se přímkami, mezi kterými, stejně jako u předchozí formace, se pohybuje kurz finančního instrumentu. Co se týče volume (objem obchodů), tak je situace identická s formací vlajka, tedy objem obchodů je nízký. Tento fakt je potřeba mít na zřeteli při pokusu o identifikaci této formace. Formace praporek je vidět v Grafu 2.9.

Graf 2.9 Formace praporek



Zdroj: www.investopedia.com

Další metodou hojně využívanou u technické analýzy jsou trendové indikátory.

2.4.3 Trendové indikátory

Trendové indikátory převážně slouží k určení směru a síle trendu. Pomocí těchto indikátorů se určuje a potvrzuje již započatý trend, z toho vyplývá, že trendové indikátory jsou indikátory zpozdující se.

2.4.4 Klouzavé průměry

Klouzavé průměry patří mezi nepoužívanější nástroje technické analýzy vycházející z průměrných cen za dané časové období. Nepoužívanějšími vstupními cenami zpravidla bývají zavírací ceny (close), ale může se jednat i o otvírací ceny (open), nejnižší ceny (low), nejvyšší ceny (high) či průměry těchto cen. Klouzavé průměry slouží k identifikaci směru trendu. Rostoucí křivka indikátoru reflektuje rostoucí trend (uptrend) a naopak. Klouzavé průměry se převážně využívají jako potvrzovací nástroje. Klíčové je určení periody klouzavého průměru a neexistuje jediná správně nastavená perioda. Převážně se jedná pouze o subjektivní postoj obchodníka a jeho zkušeností z obchodování a nastavení periody klouzavého průměru. Je nutno brát v potaz i rozdílnost trhů. Na každém trhu je vhodný jiný časový interval. Základní typy klouzavých průměrů jsou následující:

- jednoduchý klouzavý průměr (Simple Moving Average – SMA),
- vážený klouzavý průměr (Weight Moving Average – WMA),
- exponenciální klouzavý průměr (Exponential Moving Average – EMA) apod.

Jednoduchý klouzavý průměr (Simple Moving Average)

Jednoduchý klouzavý průměr se řadí mezi nejpoužívanější a nejzákladnější typ klouzavých průměrů. Principem výpočtu je sečíst všechny hodnoty za vybraný časový úsek a vydělit získaný součet počtem dní. Je tedy zřejmé, že jednoduchý klouzavý průměr odpovídá klasickému průměru. Při aktualizaci tohoto nástroje se odečte poslední hodnota kurzu a přičte se nová hodnota kurzu, tento součet je opět vydělen počtem dní. Na této bázi je dodržen časový interval nástroje a jeho nutná aktualizace. Matematicky lze vyjádřit výpočet následovně,

$$SMA = \frac{\sum_{n=1}^N c_n}{N}, \quad (2.1)$$

kde N vyjadřuje zvolenou časovou periodu (počet dní), c_n vyjadřuje cenu finančního instrumentu v jednotlivých dnech.

Vážený klouzavý průměr

Problémem jednoduchého klouzavého průměru je nezohlednění stáří dat, jelikož novější data bývají zpravidla cennější než data starší (především pokud je zvolený časový interval delší, např. 200 denní), proto je vhodnější variantou využití váženého klouzavého průměru, poněvadž novější data jsou zvýhodněny právě vyšším koeficientem (váhou) nežli data starší. Váhy jsou rozloženy lineárně, od nejmenší po největší vůči stáří dat. Výpočet je následující,

$$WMA = \frac{\sum_{n=1}^N c_n \cdot w_c}{\sum_{n=1}^N w_c}, \quad (2.2)$$

kde c_n vyjadřuje cenu finančního instrumentu v jednotlivých dnech, w_c vyjadřuje váhu pro danou cenu.

Exponenciální klouzavý průměr

Následným typem klouzavých průměrů je exponenciální klouzavý průměr. Podobně jako předchozí typ, vážený klouzavý průměr, je exponenciální klouzavý průměr vytvořen na bázi vah, avšak rozdílem je exponenciální rozdělení vah, nikoliv lineární rozdělení. Výpočet je následovný,

$$EMA_n = c_n \cdot K + EMA_{n-1} \cdot (1 - K), \quad (2.3)$$

$$\text{kde } K = \frac{2}{N + 1},$$

přičemž EMA_n je exponenciální klouzavý průměr v n -tém dni, c_n je cena finančního instrumentu, N je počet dní.

Obchodování pomocí klouzavých průměrů

Obchodních strategií založených na klouzavých průměrech je celá řada. Především se využívají obchodní strategie založené na jednom klouzavém průměru, dvou klouzavých průměrech a jednom klouzavém průměru, ke kterému se přidá jiný trendový indikátor, který může rovněž vycházet z klouzavého průměru.

V případě obchodního systému založeného na jednom klouzavém průměru je klíčové určit si práh pro generování pozic. Tento práh může být tvořen například neupravenou časovou řadou instrumentu, v tomto případě by se jednalo o variabilní práh, popřípadě se může zvolit nějaký fixní práh, který by při protnutí klouzavým průměrem generoval předem definovanou pozici. Zvolení variabilního či fixního práhu závisí pouze na technickém analytikovi. Princip obchodování založeného na jednom klouzavém průměru v případě variabilního práhu tvořeného časovou řadou finančního instrumentu je takový, že jestliže cena je výše než klouzavý průměr, generuje se pozice long, v opačném případě se generuje pozice short.

Další možností obchodování pomocí klouzavých průměrů jsou dva klouzavé průměry, které se liší buď v nastavení časové periody, typem klouzavých průměrů, anebo obojím. Většinou se stanovuje jeden rychlejší klouzavý průměr s časovou periodou v rozmezí 1 až 20 a jeden pomalejší klouzavý průměr s časovou periodou 1 až 100. Nastavení časových period

a typů klouzavých průměrů je čistě subjektivní záležitostí technického analytika. Jestliže se obchoduje pomocí dvou klouzavých průměrů, převážně platí, že práh pro generování pozice je variabilní a je většinou jeden, ale mohou se vyskytovat i výjimky. Opět je nastavení fixního či variabilního prahu a počtu prahů čistě subjektivní záležitostí technického analytika. Princip obchodování v případě dvou klouzavých průměrů s variabilním prahem pro generování pozic spočívá v tom, že pokud se protnou klouzavé průměry a rychlejší klouzavý průměr je v době protnutí výše než pomalejší klouzavý průměr, vygeneruje se pozice long, v opačném případě platí, že se vygeneruje pozice short. Tento případ je viditelný v Grafu 2.10.

Poslední, často využívanou kombinací při obchodování s klouzavými průměry, je obchodní systém založený na klouzavém průměru, který je doplněn jiným indikátorem. Například se může jednat o horní a dolní pásmo, které může být odvozené od volatility klouzavého průměru, popřípadě se mohou tyto pásma nastavit dle procenta od hodnot klouzavého průměru. Principem obchodování je protnutí vstupní časové řady jednoho z pásem, klíčový je u takto nastaveného obchodního systému směr protnutí, dle kterého se následně generují tržní pozice.

Otázkou u všech zmíněných obchodních strategií je, jakou časovou periodu klouzavého průměru by měl technický analytik zvolit. Platí, že čím kratší časová perioda, tím je obchodní strategie náchylnější k falešným signálům. Další otázkou je pochopitelně, jaký typ klouzavých průměrů v obchodní strategii využít, zdali využít exponenciální klouzavý průměr, jednoduchý klouzavý průměr či jiný typ. V případě obchodního systému založeného na dvou klouzavých průměrech je důležité optimalizovat oba typy klouzavých průměrů a najít ideální kombinaci. Avšak platí, že zisková kombinace u jednoho finančního instrumentu nutně nemusí být výnosná u jiného finančního instrumentu, to je nutno brát v potaz. Většinou platí, že co předmět obchodování, to jiné nastavení obchodního systému.

Graf 2.10 – Strategie na bázi dvou klouzavých průměrů



Zdroj: www.investopedia.com

2.4.5 Trendy, trendové čáry

Základním termínem u technické analýzy jsou bezesporu trendové čáry. Tento nástroj vychází z Dowovy teorie, a to, že trhy mají tendenci vytvářet trendy, tj. neustálé vytváření býčích (up) a medvědí (down) trendů. Samotný trend se může rozlišovat pomocí dvou kritérií. Prvním kritériem je konstantní posloupnost lokálních maxim či minim. V rámci prvního kritéria se trendy dělí na rostoucí, klesající a postranní. U rostoucího trendu se neustále zvyšují minima (low). Naopak klesající trend je typický neustálým klesáním maxima (high). V případě postranního trendu se pohybují okolo maxima i minima vodorovné linie. Dalším kritériem dělení trendů je čas. Dle času se dělí trendy na dlouhodobé, které trvají více než 6 měsíců. Dalším trendem je střednědobý trend, kdy je doba trvání 3 až 6 měsíců a v neposlední řadě se jedná o trendy krátkodobé. Tyto trendy jsou charakteristické dobou trvání do 3 měsíců.

K zachycení trendu potom slouží trendové čáry, je ovšem nutné mít na zřeteli, že trendová čára neurčuje trend, ale je jen grafickým znázorněním trendu, jelikož samotný trend je určen pohybem cen. Uptrend se zakresluje pomocí trendové čáry zespodu grafu, tj. spojením výrazných low cen (lokálních minim). U downtrendu je tomu přesně naopak. Trendová čára se zakresluje shora grafu, tj. spojením výrazných high cen (lokálních maxim). Nutno podotknout, že celý proces zakreslování trendových čar je silně subjektivní činností investora. Dále se výrazně doporučuje zakreslovat trendové čáry při výskytu minimálně tří výrazných low cen, popřípadě high cen, jelikož třetí či dokonce čtvrtý bod teprve řádně potvrzuje zakreslenou trendovou čáru. Mezi chybné kroky se řadí zakreslení příliš strmé trendové čáry, poněvadž spousta trendových čar se v delším časovém horizontu zploští a je poté nezbytné překreslení trendové čáry.

Investor může pomocí trendových čar obchodovat dvěma způsoby. První způsob je obchodování ve směru stávajícího trendu. Druhý způsob je čekat na proražení trendové čáry a obchodovat ve směru nového trendu. Důležitým krokem při obchodování na základě nástroje trendových čar je zvážení několika faktorů k potvrzení skutečného prolomení trendu. Může nastat falešné proražení trendu, tedy cena prorazí trendovou čáru, ale pouze v rámci změny sklonu, nejedná se o skutečné proražení. Na zřeteli je tedy nutné mít např. následující faktory, a to volume (objem obchodů), u kterého platí, že je-li objem obchodů malý, nejedná se o proražení trendu. Dále se může jednat o zavírací cenu, která by měla být buď pod, nebo

nad trendovou čarou, aby se jednalo o proražení trendu. A také potvrzující cenová formace, která by signalizovala proražení trendu. Trend a jeho proražení je možno vidět viz Graf 2.11.

Graf 2.11 - Trend včetně proražení

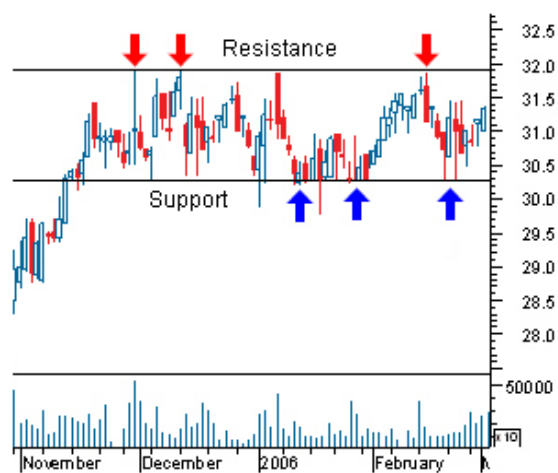


Zdroj: www.investopedia.com

2.4.6 Podpora a odpor (supporty a rezistence)

Support a rezistence neboli hladina podpory a odporu patří mezi základní a hojně používané nástroje technické analýzy, viz Graf 2.12.

Graf 2.12 - Support and resistance (hladina podpory a odporu)



Zdroj: www.investopedia.com

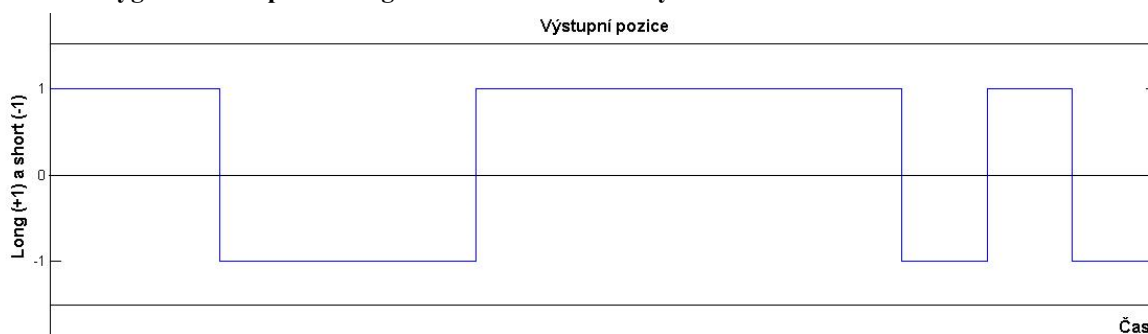
Z grafu je patrné, že společně vytváří hladina podpory a odporu cenový kanál, ve kterém se určitý čas cena finančního instrumentu pohybuje. Po určitém čase dochází vždy k prolomení, ať už hladiny odporu či podpory. Důležitou skutečností je, že pokud trh prorazí hladinu odporu, stane se tato hladina hladinou podpory a naopak. Často rovněž dochází k testování hladin. Test nastává tehdy, kdy je hladina podpory či odporu proražena, ale jen

na určité časové období. Poté se cena vrací zpět a pohybuje se v daném cenovém kanálu. V tomto případě platí tvrzení, že čím déle testování hladin vydrží, tím je vymezená úroveň hladin podpory a rezistence silnější.

2.5 Binární obchodní systém

Obchodní systémy v technické analýze jsou založeny na transformaci vstupních dat na data výstupní. Vstupní data jsou historické časové řady dostupné na finančních trzích. Může se jednat např. o závěrečné ceny nějakého finančního instrumentu. Tyto data jsou pomocí matematických úprav a logických operátorů transformovány na výstupní data tvořící posloupnost tržních pozic, zpravidla se jedná o pozice krátké (short) a dlouhé (long) pokud by se jednalo o obchodní systém, který je pořád obchodně aktivní, viz Graf 2.14. V případě, že by byl vytvořený obchodní systém, který by byl naprogramovaný i na neaktivitu, nemusel by za každou cenu v daném čase být v tržní pozici, ale mohl by takto nastavený obchodní systém generovat pozice short, long a neutrální (out of market).

Graf 2.13 – Vygenerované pozice long a short u obchodního systému



Zdroj: Vlastní zpracování

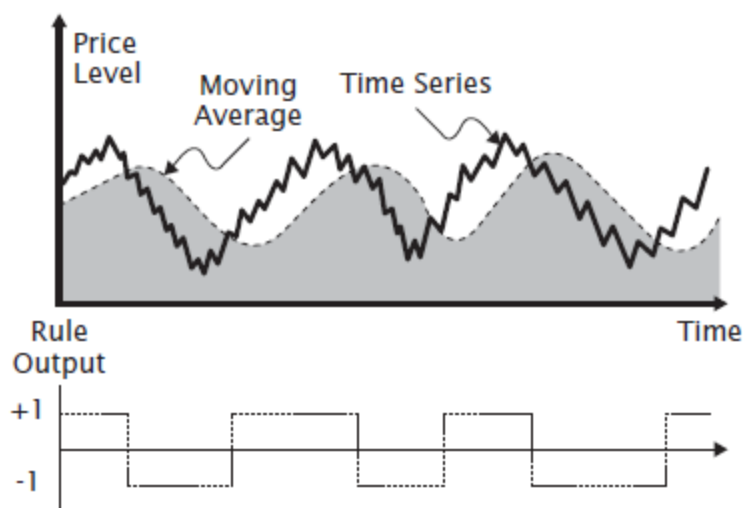
Z Grafu 2.13 je patrné, že obchodní systém generující tento typ pozic, pouze long a nebo short je neustále v tržní pozici. Jedná se o nejjednodušší obchodní systém generující binární výstup (1, -1) a každá vygenerovaná pozice odpovídá časově jedné vstupní ceně (např. close). Je zřejmé, že pozice se mění s časovými periodami. Každé časové období odpovídá jedna pozice. Takto vygenerované pozice mohou vytvořit posloupnost pozic long anebo pozic short.

V obchodním systému se vždy nastaví, při jakých podmínkách má dojít ke generování určitého typu pozice. Většinou se stanoví nějaká hodnota (práh), která, když je překročena vstupní časovou řadou (může být upravena např. v podobě klouzavého průměru), vygeneruje systém předem stanovenou pozici. Takto stanovený práh může být buď statický,

tzn., že pro celou časovou řadu platí nastavená hodnota překročení generující určitý typ pozice, anebo může být variabilní. Tento typ se postupně mění se vstupní časovou řadou a přizpůsobuje se lépe situaci na trhu, která je determinována právě vstupní časovou řadou. Oba typy mají své využití, které se odvíjí od typu vstupní časové řady. V případě, že je časová řada stacionární, doporučuje se využít fixně stanoveného prahu. V opačném případě, tedy když vstupní časová řada není stacionární, tak se doporučuje využít variabilního prahu. Avšak je nutné zdůraznit, že se jedná pouze o doporučení, stanovení prahu je čistě subjektivní rozhodnutí tvůrce obchodního systému.

V Grafu 2.14 lze vidět generování pozic při pohyblivém prahu. Na horizontální ose je čas, na vertikální ose je cena, time series je časová řada (vývoj ceny instrumentu) a klouzavý průměr. V situaci jednoho klouzavého průměru a časové řady mohou nastat pouze dvě situace (binární obchodní systém). Časová řada je nad nebo pod klouzavým průměrem a dle toho se generují pozice, viz Rule Output (výstup obchodního systému). Variabilní práh je stanoven právě hodnotami časové řady. V případě, že je časová řada nad klouzavým průměrem, vygeneruje se pozice long (+1), v opačné situaci se vygeneruje pozice short (-1).

Graf 2.14 – Generování pozic při variabilním stanovení prahu

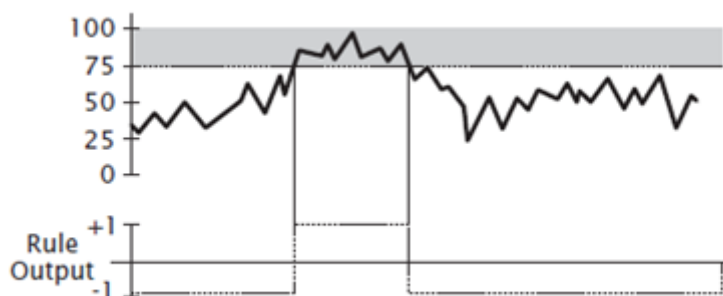


Zdroj: Aronson (2007, str. 18)

V Grafu 2.15 se pracuje s fixně stanoveným prahem, ten se určuje subjektivně. V případě vykresleném v grafu mohou opět nastat jen dvě situace, buď je časová řada nad, nebo pod fixně stanoveným prahem. V případě, že je nad pevně stanoveným prahem, vygeneruje se pozice long (+1), v opačném případě se vygeneruje pozice short (-1). Uvedené dva případy jsou platné, jestliže se obchoduje s binárním systémem a jedním prahem. Může

být ale vytvořený obchodní systém založený na vícenásobném prahu. Tento případ je v Grafu 2.16.

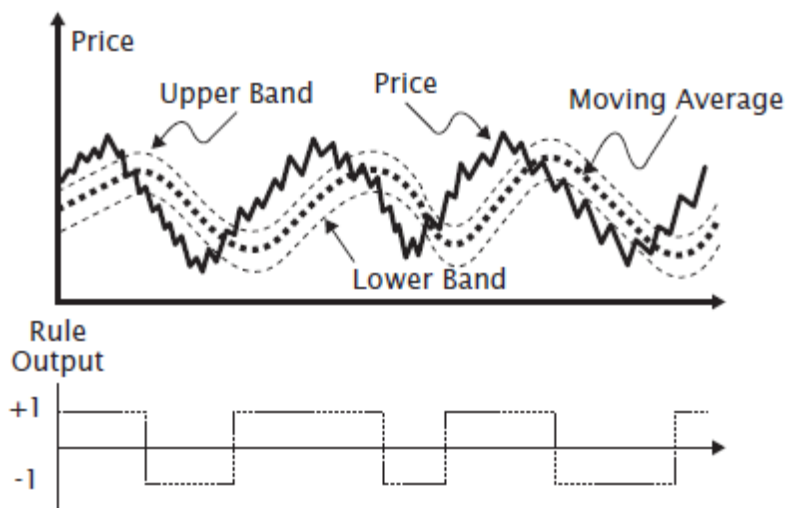
Graf 2.15 – Generování pozic při pevně stanoveném prahu



Zdroj: Aronson (2007, str. 19)

V případě jednoho stanoveného prahu, mohou nastat dvě situace, avšak je-li více stanovených prahů a nezáleží, jestli fixních nebo variabilních, může nastat situací více, a proto je potřeba v rámci obchodního systému modifikovat logické operátory, kdy už není dostačujícím logickým operátorem větší než a menší než.

Graf 2.16 – Generování pozic při variabilním stanovení vícenásobného prahu



Zdroj: Aronson (2007, str. 20)

V Grafu 2.16 jsou stanoveny dva prahy, první z nich je horní pásmo a druhý z nich je spodní pásmo (hodnota horního a spodního pásma může být stanovena např. jako fixní procento pod a nad klouzavým průměrem, popřípadě se může lišit dle volatility), jestliže jsou dva prahy, tak mohou nastat tři možnosti. Možnosti jsou, že časová řada se nachází nad pásmem, pod pásmem v rozmezí pásem. Pozice se generují na základě průběhu časové

řady, ale musí se brát v potaz nejen, jestliže je časová řada nad pásmem či pod pásmem, ale i v jakém směru pásmo křížuje.

V diplomové práci bude obchodní systém binární a bude založený na dvou klouzavých průměrech. Práh bude stanoven variabilní a bude pouze jeden. Generování pozic bude na podobném základě, jako je zobrazeno v Grafu 2.14, protože abstraktně lze dosadit za časovou řadu rychlý klouzavý průměr, a za klouzavý průměr vyznačený v grafu lze dosadit pomalý klouzavý průměr. Takže v případě, že rychlý klouzavý průměr bude nad pomalým klouzavým průměrem, vygeneruje se pozice long (+1), bude-li rychlý klouzavý průměr pod pomalým klouzavým průměrem, vygeneruje se pozice short (-1). U obchodního systému se bude počítat s více kombinacemi výnosů, respektive klouzavých průměrů. Právě jedna kombinace klouzavých průměrů, generuje právě jednu kombinaci pozic. Klouzavé průměry se budou lišit především časovými periodami a typem. Vždy bude vygenerováno větší množství výnosů. Z tohoto množství se vybere nejlepší hodnota výnosu, která bude podléhat statistickému testování.

2.6 Popis trhů

V této podkapitole dojde k popsání a vymezení trhů, na kterých se využívá technická analýza. Postupně bude popsán FOREX, tedy mezinárodní měnový trh, následovat bude popsání komoditního trhu a akciového trhu.

FOREX

FOREX (FOReign EXchange) neboli mezinárodní měnový trh vznikl v roce 1973. „V současné době se mezinárodní měnový trh dle objemů obchodů řadí mezi největší trh ze všech finančních trhů. Nespornými výhodami je non-stop obchodování, tedy možnost obchodovat 24 hodin denně a dozajista objem obchodů, jež byl na začátku roku 2013 průměrně 5,3 biliónu USD,“ dle BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS (2013). FOREXový trh není centralizovaný (je OTC – over the counter), je tedy možné obchodovat pomocí internetu a telefonu, což je pochopitelně další nespornou výhodou trhu.

Principem obchodování na FOREXu je spekulace na pohyby cizích měn. Na měnovém trhu je možné vydělávat, jak na růstu hodnoty jedné měny vůči druhé, tak je možné dosahovat zisku i v případě poklesu měny vůči měně druhé. Dle toho se volí otevření pozic, buďto může být pozice short a nebo pozice long. Mezi nejvíce obchodovatelné měny patří euro, japonský

jen, anglická libra, švýcarský frank, australský dolar, avšak největší množství obchodů probíhá v rámci amerického dolaru.

Významných hráčů na FOREXovém trhu je celá řada. Mezi nejvýznamnější hráče se s jistotou řadí centrální banky a vlády jednotlivých států. Cílem těchto subjektů je zajistit finanční stabilitu své země. Převážná většina centrálních bank má v současné době za svůj hlavní cíl cenovou stabilitu a jedním z nástrojů, jak takto stanoveného cíle dosáhnout, je využití devizových intervencí. Dalším významným hráčem jsou komerční banky, ty mohou obchodovat buď na svůj účet, anebo na účet cizí. Pochopitelně nechybí ani investiční společnosti, které chtějí využít likvidity trhu. Nutnost zajištění a eliminace rizika nutí vstoupit na FOREXový trh i podniky, jež se pohybují na mezinárodním trhu. Mezi velké hráče FOREXového trhu se řadí spekulanti, kteří vydělávají na pohybech kurzů. Za účastníka FOREXového trhu se považuje i běžný člověk, který potřebuje disponovat cizí měnou, např. kvůli zahraniční dovolené. I běžný člověk se stává účastníkem FOREXového trhu v případě, že potřebuje mít cizí měnu z jakéhokoliv důvodu, a v neposlední řadě jsou velkými hráči spekulanti, jež se snaží vydělat na pohybech jednotlivých kurzů.

Klíčovým faktorem při obchodování na FOREXu je čas. Na FOREXu se obchoduje kromě „víkendů“ 24 hodin denně, začátek je od nedělní 23:00 hodin a končí se v pátek večer ve 22:00. Obchodní hodiny a jejich prolínání u nejvýznamnějších trhů jsou znázorněny v Tab. 2.2.

Tab 2.2 – Obchodní hodiny

Obchodní hodiny																								
Časové pásmo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Asie																								
Londýn																								
New York																								
Asie + Londýn																								
Londýn + NY																								
Nejlepší čas k obchodování																								

Zdroj: Bank for Interesting Settlements

Jak už bylo zmíněno, suverénně nejvíce obchodovatelnou měnou na FOREXu je americký dolar, což není žádným překvapením, protože americký dolar je považován za hlavní světovou měnu. Většina měn jsou tedy kótované vůči této měně. Druhou měnou dle volume obchodování je euro. Třetí nejvíce obchodovatelnou měnou je japonský jen, tato měna se považuje za velmi likvidní měnu a je známá svou vysokou citlivostí na index

Nikkei. Významnými měnami dle objemů jsou ještě britská libra, australský dolar a švýcarský frank.

Nejvýznamnějšími obchodními FOREXovými centry jsou Tokio, New York, Londýn a v neposlední řadě Sydney. Z výše uvedené tabulky je patrné, že se překrývají zavírací hodiny v Asii a otevírací hodiny v Londýně a také se překrývají zavírací hodiny v Londýně s otevíracími hodinami v New Yorku a právě tyto časy lze považovat za nejlepší obchodní časy, tudíž Londýn z pohledu FOREXu je považován za nejlepší lokalitu k obchodování, protože je zde dosahováno největších objemů.

Mezi hlavní výhody FOREXu patří obchodování 24 hodin denně a možnost dosáhnout zisku, jak na klesajícím, tak rostoucím trhu. Jediným poplatkem je spread, tj. rozdíl mezi nákupní a prodejní cenou.

Komoditní trh

Dalším trhem, na kterém může být využívána technická analýza, je trh komodit (trhy reálných aktiv). Za komoditu lze považovat veškeré suroviny, které je na trhu obchodovatelné.

Komoditní trh je dynamickým trhem a neustále se vyvíjí, proto ani výčet všech obchodovatelných komodit není možný, nicméně lze provést alespoň základní členění komodit do skupin. První skupina komodit je energie, do které se typicky řadí ropa, uran, zemní plyn atd. Další skupinou jsou kovy, zde se vyskytují komodity, jako je zlato, měď, stříbro, platina apod. Následující skupinou jsou zemědělské produkty, pro které jsou charakteristické komodity pšenice, kukuřice, káva, kakao apod. Poslední skupinou je skupina masa a dobytka. Zde lze nalézt komodity druhu vepřového masa, telata atd. U komoditního trhu platí, že každá surovina má předem stanovený termín dodání, realizační cenu a jednotku.

Účastníky na komoditním trhu lze rozdělit na tři typy. První z nich jsou zajišťovatelé, převážně podniky, které se chtějí zajistit proti poklesu či nárůstu cen. Dalšími účastníky jsou spekulanti, kteří chtějí vydělat na pohybu cen a třetími účastníky jsou arbitrážisté. Ti chtějí vydělat na rozdílných cenách na různých trzích.

Mezi největší komoditní burzy dle objemů lze považovat Chicago Board of Trade, Chicago Mercantile Exchange, New York Board of Trade. Nutností je také rozlišení trhů z hlediska standardizace, jelikož existují trhy standardizované a tzv. over the counter trhy.

Oba dva typy trhů mají své výhody a nevýhody. V případě standardizovaných trhů je nespornou výhodou absence kreditního rizika (obchody se neřeší přímo s protistranou, ale s clearingovým centrem), další výhodou je likvidita a tedy možnost prodeje kontraktu na sekundárním trhu. Mezi nevýhody lze považovat limit pro objem peněz, protože se může stát, že zajišťovatel chce zajistit více peněz, než je na burze možné. Další nevýhodou je vázanost peněz v zálohách, které se musí skládat u clearingového centra. Oproti tomu u over the counter trhu jsou výhody a nevýhody opačné. Vyskytuje se zde vysoké kreditní riziko, nižší likvidita. Na druhou stranu je zde možné zajistit téměř jakýkoliv objem peněz, pokud zajišťovatel najde protistranu a je zde i absence vázanosti peněz v zálohách.

Jak už to tak bývá, obchodování na komoditních trzích oproti obchodování na např. trzích akciových má své výhody i nevýhody. Nespornou výhodou a plusem pro obchodování na komoditním trhu je skutečná hodnota obchodovatelných instrumentů, tzn., že pokud klesne rapidně cena komodity, pořád má nějakou skutečnou cenu, za kterou se dá prodat, v případě akcii tato skutečnost neplatí. Pokud klesne výrazně cena akcií, stávají se akcie pouze papírem k vyhození, protože je nikdo nikdy nekoupí. Výhodou je i růst tržní hodnoty v inflačním prostředí a růst tržní hodnoty obchodovatelných instrumentů v období nejistoty a nestability. Do výčtu nevýhod se může zahrnout mj. nízká likvidita, transakční náklady, měnové riziko a na rozdíl od FOREXového trhu se nedá obchodovat 24 hodin denně. Každopádně asi nejvýznamnějším důvodem proč zahrnout nějakou komoditu do portfolia, je diverzifikace rizika.

Trh akciový

Následující podkapitola v diplomové práci bude věnována dalšímu trhu, na kterém lze využít technickou analýzu, konkrétně se jedná o trh akciový. Akciový trh se dělí na trh primární a trh sekundární. Na primárním trhu dochází k emisi cenných papírů, uskutečněnou emisi má emitent zcela pod kontrolou. Sekundární trh se vyznačuje obchodováním s již s dříve emitovanými cennými papíry. Přestože emitentovi obchodování na sekundárním trhu nenese žádné finanční prostředky, hojně tento trh podporují. Důvodem je především prestiž a reklama. Technická analýza má pochopitelně význam pouze na trhu sekundárním, jelikož je nutná delší časová řada o vývoji akcií.

Akciový trh, a to jak primární, tak sekundární, může být ve formě OTC (over the counter) anebo ve formě burzy (standardizovaný). Vývojem posledních let je růst obchodů na OTC trhu. Důvod je zřejmý. Trh OTC je méně regulovaný než burzovní trh.

Na akciovém trhu se vyskytují zejména emitenti, kteří chtějí získat emisí zdroje na činnost svého podnikání. Dalšími aktéry vyskytujícími se na akciovém trhu jsou investoři, kteří chtějí zhodnotit své volné finanční prostředky. Mezi investory se řadí mj. banky, podílové a penzijní fondy, fyzické osoby. Pokud by se jednalo o burzovní trh (ne OTC), vyskytuje se zde zpravidla regulátor, v České republice Česká národní banka.

Největší a pravděpodobně nejznámější světovou akciovou burzou je New York Stock Exchange, která však po fúzi s trhem Euronext změnila název. V současné době je tedy název této burzy New York Stock Exchange Euronext. Číslem jedna je především dle tržní kapitalizace a dle objemu realizovaných obchodů. Číslem dvě je podle tržní kapitalizace Tokijská burza a následuje světová trojka NASDAQ OMX – National Association of Securities Dealers Automated Quotations.

Základním ukazatelem vypovídajícím o vývoji akciového trhu je burzovní index. Burzovní index reflektuje základní informace o vývoji trhu nebo vývoj určitého odvětví na akciovém trhu. Burzovní index je důležitý zejména při zjišťování výkonnosti trhu a pro porovnávání s ostatními trhy.

Burzovní indexy jsou především dvojího typu. Prvním z nich je výběrový index. V tomto indexu jsou zahrnuty významné akcie obchodované na dané burze, charakteristickým příkladem je DJIA. Naproti tomu se sestavují indexy souhrnné, jež jsou sestaveny na základě zahrnutí všech akcií na dané burze, typickým příkladem je NASDAQ OMX. Burzovní indexy se mohou lišit ještě způsobem výpočtu. První možností sestavení burzovního indexu je index cenově vážený, druhou variantou je index vážený dle tržní kapitalizace.

Cenově vážený index je ovlivněn pouze cenou akcií. Interpretace je následovná, čím vyšší je cena akcií zahrnutých v indexu, tím vyšší je index. V případě takto vypočteného indexu není zahrnut objem obchodovaných akcií. Tento výpočet je charakteristický pro DJIA. Výpočet je poté následovný,

$$index_t = \frac{\sum_{i=1}^n P_{t,i}}{n_t}, \quad (2.4)$$

kde $P_{t,i}$ je cena i -té akcie v čase t , n je počet akcií zahrnutých do indexu.

Indexy sestavované dle tržní kapitalizace jsou ovlivněny nejen cenou akciových titulů, ale zároveň i jejich počtem v oběhu. Čím více je akcií v oběhu, tím větší význam má cena těchto akcií pro sestavený index. Typickým zástupcem indexu sestaveného pomocí tržní kapitalizace je index PX či FTSE. Vzorec pro výpočet je následovný,

$$index_t = \frac{\sum_{i=1}^n P_{t,i} \cdot Q_{t,i}}{\sum_{i=1}^n P_{o,i} \cdot Q_{o,i}}, \quad (2.5)$$

kde, $P_{t,i}$ je závírací cena i -té akcie v době t , $Q_{t,i}$ počet emitovaných i -tých akcií v době t , $P_{o,i}$ je závírací cena i -té akcie v základním období, $Q_{o,i}$ je počet emitovaných akcií v základním období.

3 Popis metod statistického usuzování

Tato kapitola diplomové práce bude věnována statistickému usuzování. V diplomové práci budou testovány statistických hypotézy, proto dojde v rámci této kapitoly k bližšímu vysvětlení problematiky statistických hypotéz, dále bude kapitola věnována metodě využívané při statistickém usuzování, jmenovitě se bude jednat o metodu permutace Monte Carlo, pochopitelně nebudou chybět ani popisy nezbytných základních statistických pojmů.

3.1 Statistické usuzování

Statistické usuzování, neboli statistická indukce, se zabývá problematikou získávání závěrů o populaci na základě výsledků zjištěných z náhodného výběru z dané populace. Statistické usuzování lze rozdělit na dvě oblasti, konkrétně se jedná o teorii odhadu a testování hypotéz. Jak už bylo zmíněno, stěžejním pro diplomovou práci je testování statistických hypotéz, proto bude tato kapitola věnována problematice statistického testování hypotéz.

Charakteristickým znakem pro většinu statistických souborů je velký rozsah zkoumaných jednotek. Proto je nezbytné, aby bylo rozhodnuto před samotným šetřením a analyzováním, jestli se bude provádět šetření vyčerpávající či výběrové.

Vyčerpávající šetření je takové šetření, u kterého dojde k prošetření všech jednotek statistického souboru (populace). Mezi výhody tohoto typu šetření se bezesporu řadí přesnost zjištěných charakteristik, mezi nevýhody se řadí finanční, časová a personální náročnost. Příkladem klasického vyčerpávajícího šetření je sčítání lidu.

Zatímco u vyčerpávajícího šetření je provedeno prošetření všech jednotek statistického souboru, u výběrového šetření se prošetří pouze část vybraných jednotek statistického souboru (populace), a tímto způsobem získané charakteristiky se poté používají k usuzování vlastností celé populace. Výhody a nevýhody jsou opačné od vyčerpávajícího šetření. Avšak u tohoto typu šetření je kladen důraz na kvalitu realizace výběrového šetření. V diplomové práci se provádí šetření výběrové.

Typy výběrových šetření

Výběrová šetření se dělí na dvě základní skupiny. První skupinou jsou nenáhodné výběry (nepravděpodobnostní výběry) a náhodné výběry (pravděpodobnostní výběry).

V případě, kdy se bude jednat o nenáhodný výběr, není zřejmá pravděpodobnost zařazení dílčích jednotek populace do výběru, popřípadě není zcela zřejmé, jestli bude tato pravděpodobnost pro každou z jednotek populace nulová. V rámci nenáhodných výběrů se mezi nejpoužívanější typy řadí anketa, záměrný výběr a metoda základního masivu. Metody nebudou blíže rozepisovány, jelikož nenáhodný výběr není předmětem diplomové práce.

Zatímco v případě náhodného výběru pravděpodobnost zařazení jednotlivých jednotek populace do výběru není jasná nebo může být pravděpodobnost pro každou z jednotek populace nulová, u náhodného výběru je pravděpodobnost zařazení do výběru známá (nenulová). Typické pro náhodný výběr je dobrá reprezentace všech známých i neznámých vlastností populace. Získat náhodný výběr lze převážně třemi způsoby, a to konkrétně prostým náhodným výběrem, systematickým výběrem a stratifikovaným výběrem.

Prostý náhodný výběr

Nejklasičtější a nejvíce využívanou formou náhodného výběru je prostý náhodný výběr, u kterého se jedná o výběr o rozsahu n a všechny $n - \text{členné}$ kombinace jednotek základního souboru mají totožnou pravděpodobnost se stát výběrovým souborem. Standardně se u prostého náhodného výběru rozlišuje výběr s vrácením a výběr bez vrácení. Typickou technikou u prostého náhodného výběru je losování, pro časovou náročnost je samozřejmostí v dnešní době využívání výpočetní techniky. V diplomové práci bude proveden prostý náhodný výběr.

Systematický výběr

Dalším náhodným výběrem je systematický výběr. Principem je výběr první jednotky náhodně tj. metodou prostého náhodného výběru, další jednotky jsou poté vybírány jako k – tá jednotka základního souboru.

Stratifikovaný výběr

Pro stratifikovaný výběr je typická homogenost dílčích podskupin, tzn., aby jednotlivé podskupiny obsahovaly stejné charakteristiky vůči nějakému zvolenému kritériu. Klasickými příklady jsou stejná věková hranice, pohlaví apod.

3.2 Statistické hypotézy

Jak tvrdí Litschmannová (str. 215) „*statistická hypotéza je výrok (tvrzení) o rozdělení pozorované náhodné veličiny zakládající se na předchozí zkušenosti, na rozboru dosavadních znalostí nebo pouhé domněnce.*“ Hlavní úlohou statistické indukce v rámci statistických hypotéz je rozhodnout, zdali se na základě získaných informací z náhodných výběrů předem stanovená hypotéza přijme či zamítne. Postup vedoucí ke konečnému rozhodnutí o přijmutí či zamítnutí se nazývá testování hypotéz.

Samotné statistické hypotézy lze ještě rozdělit na dvě podskupiny. První podskupina se zabývá parametrickými hypotézami, jsou to takové hypotézy, které pojednávají o parametrech náhodné veličiny, může se jednat o střední hodnotu, medián, rozptyl apod. Druhou skupinou jsou logicky neparametrické hypotézy, jež se stanovují např. pro typ rozdělení pravděpodobnosti, pro nezávislost výběru atd.

Testování statistických hypotéz má určitý postup a lze jej rozdělit do pěti kroků, které jsou následující,

- stanovení hypotéz,
- stanovení hladiny významnosti,
- určení testovací statistika,
- určení kritické hodnoty (respektive p-hodnoty),
- vyvození závěru testování.

Všechny tyto kroky budou detailněji popsány v následujících podkapitolách.

3.2.1 Stanovení hypotéz

Prvním krokem je vždy při statistickém testování formulace statistických hypotéz, kdy se stanovuje tzv. nulová a alternativní hypotéza. Nulová hypotéza, označující se zpravidla H_0 , vyjadřuje nulový (respektive žádný) efekt mezi testovanými soubory a lze tvrdit, že nalezení jakéhokoliv rozdílu mezi soubory je zapříčiněn pouze variabilitou dat. Přijmutí nulové hypotézy obvykle není bráno jako pozitivní jev.

Alternativní hypotéza, značící se převážně H_1 , bývá logickým opakem nulové hypotézy. Obvykle vyjadřuje přítomnost závislosti nebo přítomnost nějaké odchylky mezi proměnnými. Přijmutí alternativní hypotézy je obvyklým cílem statistického testování.

U statistických hypotéz se předpokládá pravdivost nulové hypotézy, a to až do okamžiku, kdy získané informace z výběrového souboru dokáží opak. Vždy mohou nastat jen dvě výsledná rozhodnutí. Prvním z nich je nezamítnutí nulové hypotézy a tedy přiklonění se k tvrzení, že nic významného se nestalo. Druhým rozhodnutím je zamítnutí nulové hypotézy a přijetí hypotézy alternativní.

3.2.2 Stanovení hladiny významnosti

Následujícím krokem je určení hladiny významnosti statistického testu, která se značí α . Hladinu významnosti lze charakterizovat jako pravděpodobnost, že zamítnutá nulová hypotéza platí, přestože byla zamítnuta a vyjadřuje určité riziko, respektive smíření se s určitou pravděpodobností chyby. Hladina významnosti se zpravidla volí jako malá, typicky se stanovuje jako hodnota 0,05, ale může být variabilně stanovena. Klíčové při testování statických hypotéz je uvědomění si, že se závěrečné výsledky přijímají na základě výsledků z náhodného výběru, a v důsledku toho může nastat situace, že zamítnutí i nezamítnutí nulové hypotézy může být správné, ale i nesprávné. Logickým vyústěním je možnost dopuštění se chyb. Vezmou-li se v potaz možné chyby a správné výsledky, mohou nastat čtyři varianty, které jsou patrné z Tab. 3.1.

Tab. 3.1 - Možné výsledky při testování hypotéz

Skutečnost / Rozhodnutí	Zamítá se H_0	Nezamítá se H_0
H_0 platí	Chyba prvního druhu $\Rightarrow \alpha$	Správně $\Rightarrow 1 - \alpha$
H_0 neplatí	Správně $\Rightarrow 1 - \beta$	Chyba druhého druhu $\Rightarrow \beta$

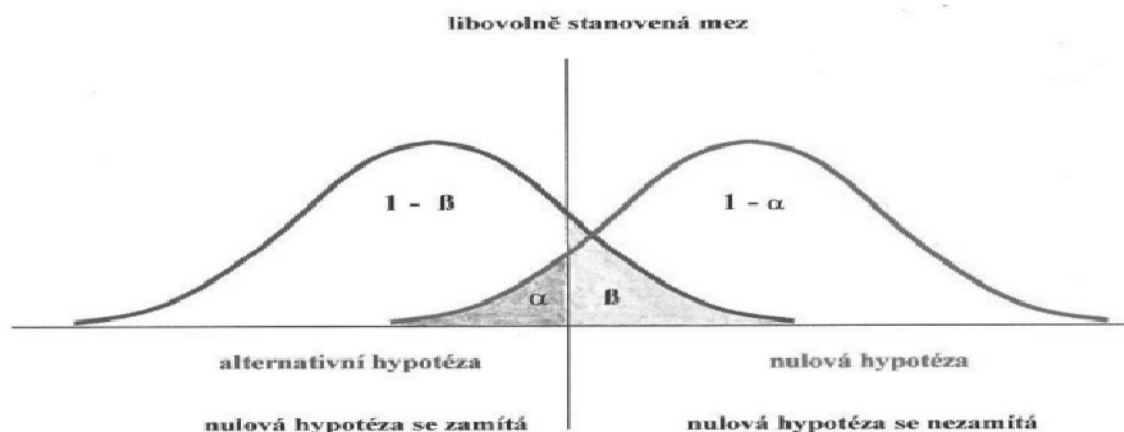
Zdroj: Bedáňová, Večerek (2007)

Jak je patrné z výše uvedené tabulky, pokud nastane situace, při které dojde k zamítnutí nulové hypotézy, přestože je ve skutečnosti platná, nastala chyba prvního druhu. K chybě prvního druhu dochází s pravděpodobností odpovídající hladině významnosti, tedy α . V případě, že nulová hypotéza je platná a byla přijata, došlo ke správnému rozhodnutí, tato situace se nazývá spolehlivost testu a nastává s pravděpodobností $1 - \alpha$. Další případ vyskytující při testování statistických hypotéz je, že nulová hypotéza neplatí a současně je zamítnuta. I v tomto případě došlo ke správnému rozhodnutí. K podobnému rozhodnutí dochází s pravděpodobností $1 - \beta$ a označuje se jako síla testu. Poslední možností je chyba

druhého druhu, jež nastane v případě nezamítnutí nulové hypotézy, ačkoliv platí hypotéza alternativní. K chybě druhého druhu dochází s pravděpodobností β .

Pochopitelně při statistickém testování je klíčové minimalizovat obě možné chyby, které mohou nastat. Cílem je tudíž dosáhnout vysoké síly testu (nízké β) na co možná nejnížší hladině významnosti α . Avšak problémem je neexistence univerzálního testu, kvůli kterému by bylo možné dosáhnout požadovaného nastavení parametrů α a β , proto je nezbytné nalezení určitého kompromisu. Obvyklým postupem je zvolení hladiny významnosti α , tedy chybu prvního druhu. Hladina významnosti se obvykle stanovuje jako $\alpha = 0,05$, ale nastavení tohoto parametru může být libovolné a mělo by odpovídat povaze testu (často je hladina významnosti stanovena na úroveň $\alpha = 0,01$ či $\alpha = 0,10$). Minimalizovat chybu druhého druhu lze pouze pomocí volby vhodného testu, pokud to lze anebo zvýšením rozsahu výběrového souboru. Takto uvedené varianty jsou jedinými způsoby, jak docílit minimalizace chyby druhého druhu, jestliže se nemá ovlivnit pravděpodobnost chyby prvního druhu α . Vztah mezi chybou prvního a druhého druhu je patrný v Grafu 3.1.

Graf 3.1 – Vztah mezi chybou prvního a druhého druhu



Zdroj: Bedáňová, Večerek (2007, str. 62)

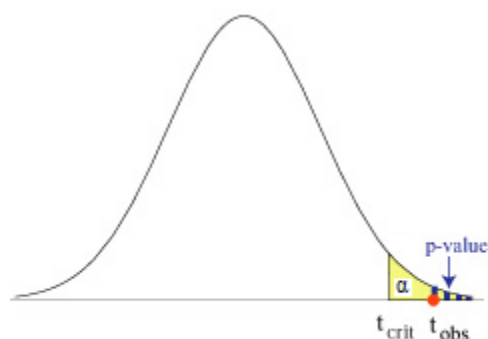
3.2.3 Testovací statistika

Důležité u provedení korektního testu statistických hypotéz je testovací statistika (testovací kritérium), jelikož na jejím základě se provádí rozhodnutí o platnosti či neplatnosti nulové hypotézy. Testovacích statistik existuje celá řada, ale výpočet se odvíjí od povahy dat a testovaných hypotéz. Při testování hypotéz se rozděluje obor hodnot testovacího kritéria na dvě části. První částí je kritický obor a platí, že pokud vypočtená

hodnota testovacího statistika z výběrových dat padne do tohoto oboru, přijímá se alternativní hypotéza. Lze tedy tvrdit, že kritický obor je ve prospěch alternativní hypotézy. Druhou částí je obor přijetí. V tomto případě platí, že je-li vypočtená hodnota testovacího kritéria padnoucí do tohoto oboru, nulová hypotéza se nezamítá.

K vymezení kritického oboru je nutná znalost kritických hodnot testovacího kritéria. Kritickými hodnotami testovacího kritéria mohou být např. specifické kvantily příslušných rozdělení (může se jednat např. o t-rozdělení, F-rozdělení apod.) a souvisejí se stanovenou hladinou významnosti α pro daný test. Nejčastěji se využívají kvantily příslušného rozdělení, které jsou dostupné ve statistických tabulkách.

Graf 3.2 – Jednostranný t-test



Zdroj: The University of North Carolina at Chapel Hill (2015)

V Grafu 3.2 lze vidět Studentův jednostranný t-test, v tomto případě se jedná o parametrický test, tzn., že se předpokládá konkrétní rozdělení pravděpodobnosti. V grafu je vyznačena hladina významnosti α , v případě jednostranného t-testu se využívá hladina významnosti $\alpha = 5\%$, ale může se pochopitelně lišit ($\alpha = 0,01$ apod.). Žlutě vyznačená oblast vyznačuje kritický obor, ve kterém se zamítá nulová hypotéza a přijímá se hypotéza alternativní. Bílá oblast představuje obor přijetí nulové hypotézy a zamítnutí hypotézy alternativní. Vždy se určí kritická hodnota dle stanovené hladiny významnosti α (v grafu vyznačená t_{crit}), následně se vypočte testovací kritérium (t_{obs}), a dle porovnání těchto dvou hodnot se určí, která hypotéza se zamítá, a která se naopak přijímá. V Grafu 3.2 je viditelné, že vypočtená testovací statistika patří do kritického oboru, proto by se v tomto případě přijala alternativní hypotéza a zamítla by se hypotéza nulová.

Ještě existují dvoustranné parametrické či neparametrické statistické testy. Jak už bylo řečeno, v případě parametrických testů se předpokládá konkrétní typ rozdělení pravděpodobnosti, které většinou vychází z normálního rozdělení. Avšak někdy skutečně vygenerované rozdělení pravděpodobnosti se od normálního rozdělení může lišit. Jednou

z činností v rámci statistického usuzování může být právě testování, zdali výběrové hodnoty pocházejí z normálního rozdělení.

Jedním z testů, který se zabývá určením, zdali jsou výběrové hodnoty pocházející z normálního rozdělení, je Jarqueův – Berův test (Jarque, Berk, 1987). Test byl navrhnut Jarquem a Berem v roce 1987. Test je založen na odchylce šikmosti a dodatečné špičatosti od nuly. Za dodatečnou špičatost se má na mysli rozdíl mezi koeficientem špičatosti a hodnoty 3, dá se tedy hovořit o jakési dodatečné špičatosti při porovnání s normálním rozdělením pravděpodobnosti. Nulová a alternativní hypotéza jsou stanoveny následovně,

H_0 : pozorované výběrové hodnoty pocházejí z normálního rozdělení s neznámou střední hodnotou a rozptylem,

H_1 : pozorované výběrové hodnoty nepocházejí z normálního rozdělení s neznámou střední hodnotou a rozptylem.

Výpočet testovacího statistiky je dle následujícího vzorce,

$$JB = \frac{n}{6} \cdot (s^2 + \frac{1}{4} \cdot k^2), \quad (3.1)$$

kde n je počet pozorovaných hodnot výběru, s je šikmost výběru, k je dodatečná špičatost výběru. V případě velkého počtu pozorovaných hodnot výběru n má testovací statistika rozdělení *chi*-kvadrát a dva stupně volnosti.

3.2.4 Vyvození závěru testování

Závěrečným krokem při testování statistických hypotéz je vymezení závěru testování. Formulovat závěr lze v rámci testování statistických hypotéz dvěma způsoby. Jedním ze způsobů je srovnání vypočtené testovací statistiky s kritickou hodnotou. Druhý způsob je pomocí *p*-hodnoty.

Jak už bylo zmíněno, prvním ze způsobů pomocí, kterým lze formulovat závěr při testování statistických hypotéz, je porovnávání vypočtené testovací statistiky (testovacího kritéria) s kritickou hodnotou (je k nalezení ve statistických tabulkách) a odvíjí se od zvolené hladiny významnosti. V případě, že se vypočtená testovací statistika nachází v kritickém oboru, tzv. je větší než kritická hodnota, tak se zamítá nulová hypotéza a přijímá se hypotéza

alternativní. Na druhou stranu, je-li vypočtená testovací statistika menší a ocitne-li se v oboru přijetí, tak se nulová hypotéza nezamítá. Je nutné podotknout, že nezamítnutí nulové hypotézy neznamená s určitostí, že alternativní hypotéza není platná, pouze není dostatek „důkazů“ pro její prokázání.

Druhou možností je při formulaci závěru u statistických hypotéz převedení testovací statistiky na pravděpodobností škálu a vypočtení p-hodnoty. P-hodnotu lze definovat jako nejnižší hodnotu hladiny významnosti, na které je možné nulovou hypotézu zamítnout a současně se jedná o nejvyšší hladinu významnosti, na které se nulová hypotéza nezamítá.

Avšak otázkou zůstává, jak malá má p-hodnota být, aby byl empirický test dostatečně kvalitní. Všeobecně platí, že čím menší je p-hodnota, tím je empirické testování kvalitnější. Důležitou roli hraje hladina významnosti, protože je-li hladina významnosti specifikována, rozhoduje se viz Tab. 3.2.

Tab. 3.2 – Rozhodování dle p-hodnoty při specifikované hladině významnosti

p-hodnota	Rozhodnutí
$p - \text{hodnota} < \alpha$	Zamítá se H_0 ve prospěch H_1
$p - \text{hodnota} > \alpha$	Nezamítá se H_0

Zdroj: Litschmannová (2015)

Z uvedené Tab. 3.2 je zřejmé, že pokud je hladina významnosti specifikována, je rozhodování následující. V případě, že je p-hodnota menší než specifikovaná hladina významnosti α , tak se nulová hypotéza zamítá a přijímá se hypotéza alternativní. V případě, že je p-hodnota větší než specifikovaná hladina významnosti α , nulová hypotéza se nezamítá. Jak už bylo řečeno, v tomto případě nutně neznamená, že zamítnutí nulové hypotézy bylo správné, pouze se mohlo jednat o nedostatek „důkazů“ k prokázání alternativní hypotézy.

Další možností, jak rozhodovat pomocí p-hodnoty je v situaci, ve které není hladina významnosti blíže specifikována. Jedná-li se o tuto variantu, je rozhodování následovné, viz Tab. 3.3. Z tabulky lze pozorovat, že rozhodování na základě p-hodnoty při nespecifikované hladině významnosti, je následující. V případě, že p-hodnota je menší než 0,01, zamítá se nulová hypotéza a přijímá se alternativní hypotéza. Pohybuje-li se p-hodnota v intervalu od 0,01 do 0,05, doporučuje se test opakovat s větším rozsahem výběru.

V posledním případě, má-li p-hodnota větší hodnotu než 0,05, tak se nulová hypotéza nezamítá.

Tab. 3.3 – Rozhodování pomocí p-hodnoty v případě nespecifikování hladiny významnosti

p-hodnota	Rozhodnutí
p-hodnota < 0.01	Zamítá se H_0 ve prospěch H_1 .
0.01 < p-hodnota < 0.05	Doporučení test opakovat.
p-hodnota > 0.05	Nezamítá se H_0 .

Zdroj: Litschmannová (2015)

Z Tab3.3 lze pozorovat, že rozhodování na základě p-hodnoty při nespecifikované hladině významnosti, je následující. V případě, že p-hodnota je menší než 0,01, zamítá se nulová hypotéza a přijímá se alternativní hypotéza. Pohybuje-li se p-hodnota v intervalu od 0,01 do 0,05, doporučuje se test opakovat s větším rozsahem výběru. V posledním případě, má-li p-hodnota větší hodnotu než 0,05, tak se nulová hypotéza nezamítá.

3.3 Stanovení statistických hypotéz a hladiny významnosti pro testy prováděné v aplikační části diplomové práci

U testů, které budou prováděny v rámci následující kapitoly (kapitola 4) se budou stanovovat statistické hypotézy a bude určena hladina významnosti $\alpha = 5 \%$, pro oba dva testy se stanoví stejné hypotézy, které budou následujícího charakteru,

H_0 : pozice jsou generovány náhodně bez predikční síly,

H_1 : pozice jsou generovány nenáhodně s predikční silou.

3.4 Statistické testování a postup v aplikační části

V rámci této diplomové práci budou prováděny dva statistické testy významnosti. V každém z nich bude vygenerováno odlišné rozdělení pravděpodobnosti, ze kterého se bude počítat p-hodnota, která bude následně porovnávána s hladinou významnosti $\alpha = 5 \%$. Dle porovnání p-hodnoty a hladiny významnosti α se poté vyhodnotí stanovené statistické hypotézy. Výsledky mohou nastat jen dva, zamítnutí anebo přijmutí nulové hypotézy. Vždy se bude testovat nejlepší hodnota výnosu v rámci celého obchodního systému. U obou testů se počítá s jednostranným testem.

První krok je u obou testů stejný a spočívá v identifikaci a vybrání nejlepšího výnosu z kombinace všech vygenerovaných výnosů v rámci specificky nastaveného obchodního systému. Nejlepší výnos bude vygenerován na základě určité kombinace pozic a zjednodušeně řečeno, vynásobením těchto pozic s diskrétními výnosy bude získán výnos za celé období, dále nazýván nejlepší výnos, popřípadě testovaný výnos. Pro oba testy je stanovena hladina významnosti α stejně, a dosahuje 5 % (jednostranný test). Pro oba testy je rovněž stejný výpočet p-hodnoty a v poslední řadě je pro tyto testy totožné rozhodování o předem stanovených statistických hypotézách.

Test 1

První test významnosti je založen na klasickém přístupu, a tedy nebere v potaz zkreslující efekt dolování dat. Dolováním dat se zamýšlí v této diplomové práci, že se vybere a poté se pracuje pouze s nejlepší hodnotou výnosu při určité kombinaci a typu klouzavých průměrů. A právě tady je první odlišnost test 1 od testu 2. V rámci testu 1 se pracuje nadále pouze s nejlepší kombinací klouzavých průměrů, ostatní kombinace se neberou v potaz.

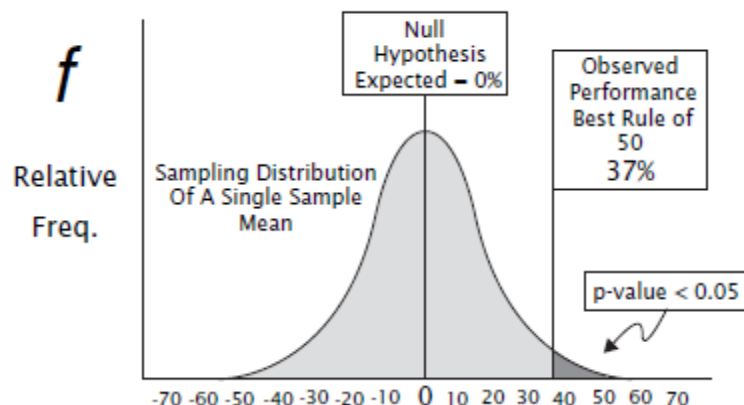
Následujícím krokem po vybrání nejlepšího výnosu, následné identifikace a vybrání nejlepší kombinace klouzavých průměrů je permutace jednotlivých diskrétních výnosů. Princip spočívá v tom, že pozice odpovídající nejlepší kombinaci klouzavých průměrů jsou statické (neměnné). Tyto statické pozice jsou znovu vynásobeny jednotlivými diskrétními výnosy, pomocí kterých se získá výnos kumulovaný. Takto získaný výnos se zaznamená. A opět dojde k vynásobení statických pozic jednotlivými diskrétními výnosy, avšak tyto výnosy jsou vždy permutovány bez opakování. Opět se výsledný výnos zaznamená. Tento proces bude proveden milionkrát. Pokud je testování prováděno tímto způsobem, měla by se většina výnosů pohybovat kolem nulové hodnoty (centrální limitní věta).

Po ukončení permutace a zaznamenání všech výnosů dojde k vygenerování rozdělení pravděpodobnosti výnosů. Dále se určí, kolik hodnot u takto vygenerovaného rozdělení pravděpodobnosti se vyskytuje nad testovaným výnosem a kolik pod a dle vzorce 3.5 se vypočte p-hodnota, která se následně porovná s hladinou významnosti α a vyhodnotí se statistické hypotézy.

Největším nedostatkem tohoto testu je způsob vygenerování rozdělení pravděpodobnosti, protože tento test nebere v potaz zkreslující efekt dolování dat. Takto vygenerované rozdělení pravděpodobnosti je viditelné v Grafu 3.3. Z grafu je zřetelné,

že testovaná hodnota 37 % je statisticky významná, jelikož p-hodnota je menší než 5 %. Převážná většina hodnot je soustředěná kolem nulové hodnoty.

Graf 3.3 – Tradiční rozdělení pravděpodobnosti neberoucí v potaz zkreslující efekt dolování dat



Zdroj: Aronson (2007, str. 277)

Test 2

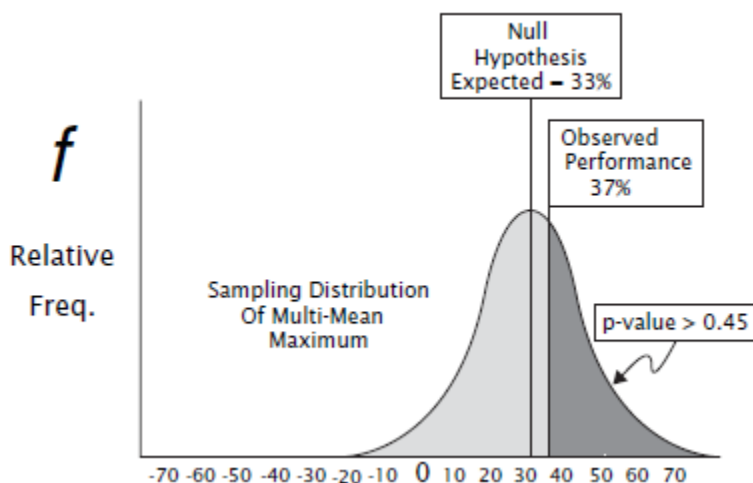
Druhý statistický test, který bude předmětem diplomové práce, bere v potaz zkreslující efekt dolování dat. Zkreslení je eliminované tím, že v rámci tohoto testu se nepracuje pouze s nejlepší kombinací, dle které byla vygenerována nejlepší hodnota výnosu, ale nadále se pracuje i s ostatními kombinacemi klouzavých průměrů s různými časovými periodami.

Postup je takový, že se opět zaznamená nejlepší výnos, kterého bylo dosaženo u obchodního systému s nastavenými parametry. Rozdíl tkví v tom, že dále se berou v potaz všechny vygenerované pozice, které budou statické. Tyto pozice se vynásobí permutovanými jednotlivými diskrétními výnosy bez opakování. Po vynásobení všech kombinací pozic se vypočte kumulovaný výnos a maximum se zaznamená. Tento proces se opakuje desettisíckrát. Ideální by bylo, kdyby se mohl proces opakovat rovněž milionkrát, ale bohužel, tento proces generování je příliš systémově náročný, avšak zásadní problém to není, důsledkem je pouze méně vyhlazené rozdělení pravděpodobnosti.

Po ukončení generování a zaznamenávání kumulovaných výnosů se získá rozdělení pravděpodobnosti výnosů. Následně se vypočte p-hodnota pro testovaný výnos. Princip je stejný, jako v testu 1. Zjistí se počet hodnot vyskytujících se nad testovaným výnosem a počet hodnot pod testovaným výnosem. Dále se pokračuje dle vzorce 3.5. Vypočtená p-hodnota se porovná s hladinou významnosti $\alpha = 5\%$ a dle porovnání se usoudí o přijetí

a zamítnutí předem stanovených statistických hypotéz. Jak může vypadat rozdělení pravděpodobnosti získané tímto způsobem, je viditelné v Grafu 3.4.

Graf 3.4 – Možné rozdělení pravděpodobnosti získané při zohlednění dolování dat pomocí permutace Monte Carlo



Zdroj: Aronson (2007, str. 278)

Z Grafu 4.8 lze usoudit, že tentokrát nejsou hodnoty soustředěny kolem nulové hodnoty, ale kolem hodnoty 30 %. Vypočtená p-hodnota je pro tento typ testu příliš vysoká a má hodnotu 45 %, což je s porovnání hladiny významnosti $\alpha = 5 \%$, příliš vysoké číslo. Závěrem podobného testu je bezcennost obchodního systému, protože pokud se testovaný výnos testuje pokročilejší metodou, u které se počítá s eliminací zkreslujícího efektu dolování dat, není zpravidla statisticky významný. Tato metoda se nazývá permutace Monte Carlo a poprvé s tímto přístupem u technické analýzy přišel doktor Timothy Masters (1995).

3.5 Matematická formulace

V této podkapitole dojde k matematické formulaci výpočtu jednotlivých veličin, které jsou nutné pro vyhotovení diplomové práce. V diplomové práci se pracuje převážně s maticemi a vektory. První veličinou, která je nezbytná k výpočtu, je výnos. Rozlišují se dva typy výnosů, a to diskrétní a spojitý výnos. V diplomové práci bude pracováno s diskrétními výnosy a vzorec pro výpočet je následující,

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}, \quad (3.2)$$

kde R_t je diskrétní výnos aktiva, P_t je kurz aktiva v čase t a P_{t-1} je kurz aktiva v čase $t-1$.

Dalšími nezbytnými veličinami pro diplomovou práci je výpočet klouzavých průměrů. Zpravidla se bude operovat se dvěma typy klouzavých průměrů. Prvním z nich je jednoduchý klouzavý průměr a druhým z nich je exponenciální klouzavý průměr. Oba tyto průměry byly už matematicky formulovány, viz vzorec (2.1), respektive (2.3).

Další nutností u diplomové práce je generování pozic. Jak už bylo zmíněno, obchodní systém bude počítat s jedním variabilním prahem, a proto bude generování pozic stanoveno na základě logických operátorů menší než a větší než. Pozice budou generovány na následujícím principu,

$$\begin{aligned} Pozice_{i,t} &= 1, \text{ pokud } MAfast_{i,t} - MAslow_{i,t} \geq 0 \\ Pozice_{i,t} &= -1, \text{ pokud } MAfast_{i,t} - MAslow_{i,t} \leq 0 \end{aligned} \quad (3.3)$$

kde $MAfast_{i,t}$ je rychlý klouzavý průměr i -té kombinace obchodní strategie v době t , $MAslow_{i,t}$ je pomalý klouzavý průměr i -té kombinace obchodní strategie v době t . Pokud se postupuje dle výpočtů, získají se dva vektory, jeden je vektor vygenerovaných pozic (3.3), druhý vektor jsou vypočtené výnosy (3.2). Následně je potřeba získat vynásobením těchto vektorů jeden skalár, který bude odpovídat hodnotě výnosu, jež bude statisticky testován. Postupuje se následovně,

$$Kumulovaný \text{ Výnos}_i = \prod_t (R_{i,t} \cdot Pozice_{i,t} + 1) - 1, \quad (3.4)$$

kde R_t je diskretní výnos v čase t , $Pozice_{i,t}$ jsou vygenerované i -té kombinace pozic v čase t . Další klíčovou veličinou, tentokrát sloužící pro statistické testování je p-hodnota. Výpočet je následující,

$$P - \text{hodnota} = \frac{\text{celkový počoč hodnot lepších než je testovaný výnos}}{\text{celkový počoč pokusů}} \cdot 100. \quad (3.5)$$

U každého rozdělení se porovná počet hodnot vyskytujících se nad testovaným výnosem a počet hodnot vyskytujících se pod testovaným výnosem. Celkový počet pokusů odpovídá celkovému počtu provedených permutací v rámci daných statistických testů. Výsledná hodnota se vynásobí stem a bude uvedena v procentech. Další veličinou, která bude vypočtená v aplikační části diplomové práce je medián, vzorec pro výpočet je následující,

$$\tilde{x} = x_{(\frac{n+1}{2})} \text{ je-li } n \text{ liché číslo,} \quad (3.6)$$

$$\tilde{x} = \frac{x_{(\frac{n}{2})} + x_{(\frac{n}{2}+1)}}{2} \text{ je-li } n \text{ sudé číslo,} \quad (3.7)$$

kde n je počet pozorování. Medián je hodnota nacházející se přímo uprostřed všech seřazených hodnot od nejmenší hodnoty po největší hodnotu, klíčové pro výpočet mediánu je právě seřazení všech hodnot. Hodnota mediánu znamená, že přesně polovina hodnot vyskytujících se nad mediánem je větších a přesná polovina hodnot vyskytujících se pod mediánem je menších než je hodnota mediánu.

4 Optimalizace zvolené strategie a analýza výsledků

V této aplikační kapitole diplomové práce dojde k testování vybraných vstupních dat pomocí testů popsanych v kapitole 3. Aplikační kapitola bude rozdělena na tři části. První část bude věnována popisu vstupních dat. Následovat bude samotné testování v části druhé a třetí část kapitoly bude zaměřena popisu zvažovaných zjednodušení a návrhu na další výzkum.

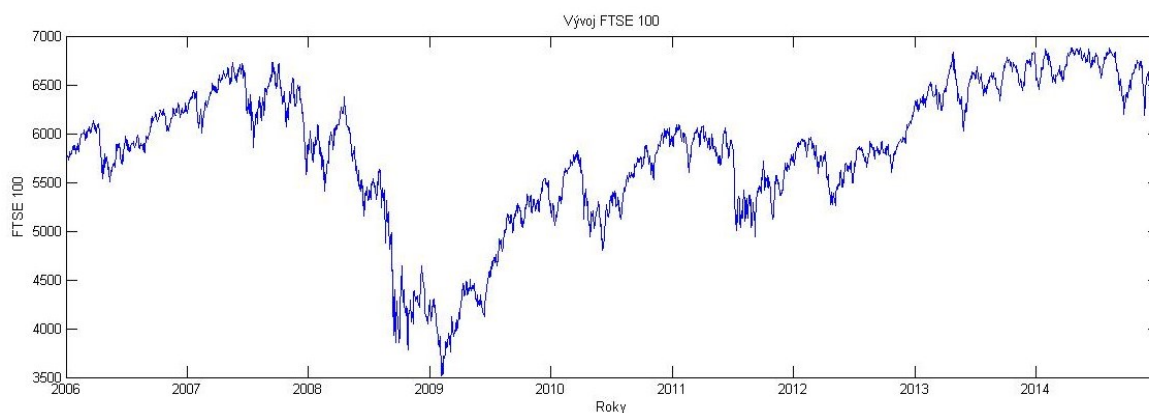
4.1 Vstupní data

Pro aplikační část jsou nezbytná vstupní data, která se budou testovat dle sestaveného obchodního systému. Aby bylo testování co možná nejkomplexnější, byla vybrána vstupní data vždy z jiných trhů. První testovaná časová řada, která bude v rámci aplikační části testována, je index FTSE 100. Další časovou řadou určenou k testování je ropa a poslední vstupní časovou řadou je měnový pár CZK/EUR.

4.1.1 Vývoj indexu FTSE 100

Index FTSE 100 (Financial Times Stock Exchange) je používán na londýnské burze a zahrnuje sto společností, které mají největší tržní kapitalizaci. Další podmínkou pro zařazení podniku do indexu je sídlo ve Velké Británii a obchodování akcií právě na londýnské burze. Vznik indexu se datuje k 3. lednu 1984 a své maximum index dosáhl 30. prosince roku 1999. Index je vypočten na základě váženého průměru zařazených akcií do indexu. Celkově by měl index reflektovat situaci na trhu ve Velké Británii. Vývoj indexu FTSE 100 je znázorněn v Grafu 4.1.

Graf 4.1 – Vývoj indexu FTSE 100



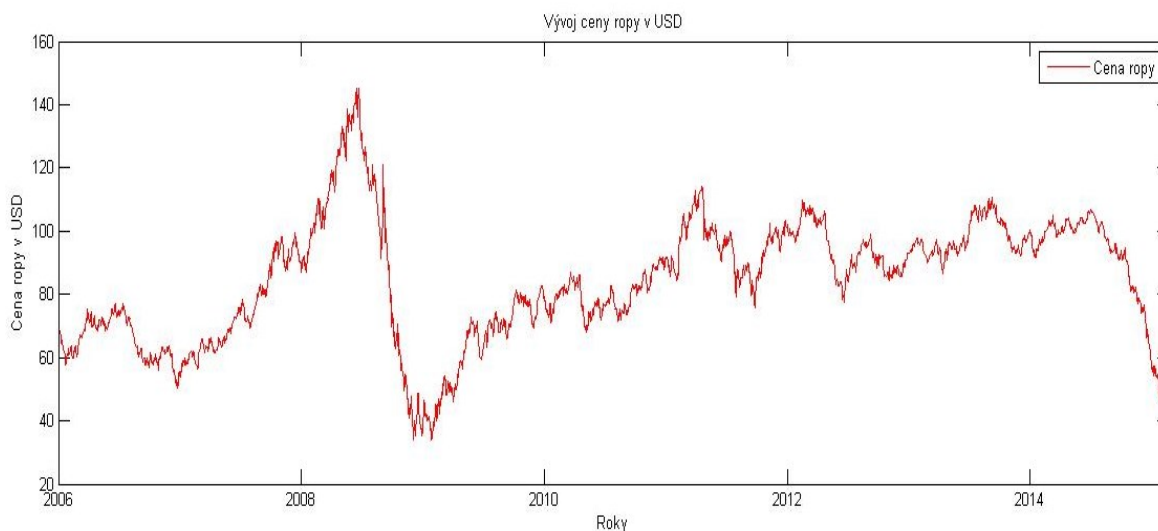
Zdroj: www.investing.com

Z výše znázorněného grafu zobrazující vývoj indexu FTSE 100, je patrné, že od roku 2006 do vypuknutí finanční krize se index pohyboval v pásmu od 5500 bodů do cca 6500 bodů. Následně v roce 2008 po vypuknutí finanční krize došlo k rapidnímu poklesu indexu FTSE 100 až v roce 2009 dosáhl svého minima ve sledovaném období, konkrétně se jednalo o hodnotu 3512.1 bodů. V následujících letech začal index opět růst, stejně jako britská ekonomika a v roce 2014 se hodnoty indexu navrátily do stejných hodnot, jako před vypuknutím finanční krize.

4.1.2 Vývoj ceny ropy

Cena ropy je ovlivněna několika faktory, mezi které mj. patří její kvalita a způsob těžby. Na světových trzích se s ropou obchoduje převážně v amerických dolarech, a tím pádem jakákoliv změna vývoje kurzu amerického dolaru může rapidně ovlivnit cenu ropy. V případě posílení amerického dolaru se cena ropy zvyšuje a naopak. Cena ropy je pochopitelně ovlivněna i nabídkou a poptávkou po ropě. Z pohledu nabídky a poptávky je stabilnější poptávka, zatímco nabídka ropy je více ovlivnitelná externími faktory, může se jednat např. o těžební kvóty, politické faktory a nové těžební metody, či objev nového ropného pole. Ropa se často využívá k hedgingu. Vývoj ceny ropy je patrný v Grafu 4.2.

Graf 4.2 – Vývoj ceny ropy



Zdroj: www.investing.com

Z výše uvedeného grafy vyplývá, že cena ropy fluktovala až na výjimky od roku 2006 do září 2007 v pásmu od 60 USD do 80 USD za barel. Zlom nastal v září 2007, kdy cena ropy začala prudce růst a vyšplhala se až na své maximum, které dosáhla v roce

2008 při ceně 145 USD za barel. Hlavními důvody k růstu cen ropy v minulosti, v období ropných šoků, byly výpadek na straně nabídky, v tomto případě, měla větší váhu na růstu ceny poptávka. V tomto období, totiž poptávku po ropě zvyšovaly zejména rozvíjející se ekonomiky, a to i přes začínající krizi v USA. Nicméně americká krize se brzy stala krizí celosvětovou, a tak není neobvyklé, že poptávka po ropě začala prudce klesat, až dosáhla svého maxima, ceny pod 40 USD za barel. Po oživení světových ekonomik začala cena ropy opět růst a v rozmezí od roku 2010 až do začátku roku 2014 fluktovala okolo ceny 90 USD za barel. Za dalším rapidním poklesem ceny může rozvoj břidlicové těžby v USA a nalezení nových ropných nalezišť. V neposlední řadě i reakce OPECu, který záměrně tlačí ceny ropy dolů, aby se stalo břidlicové těžení, co možná nejvíce nevýhodné pro USA a došlo k omezení těžby.

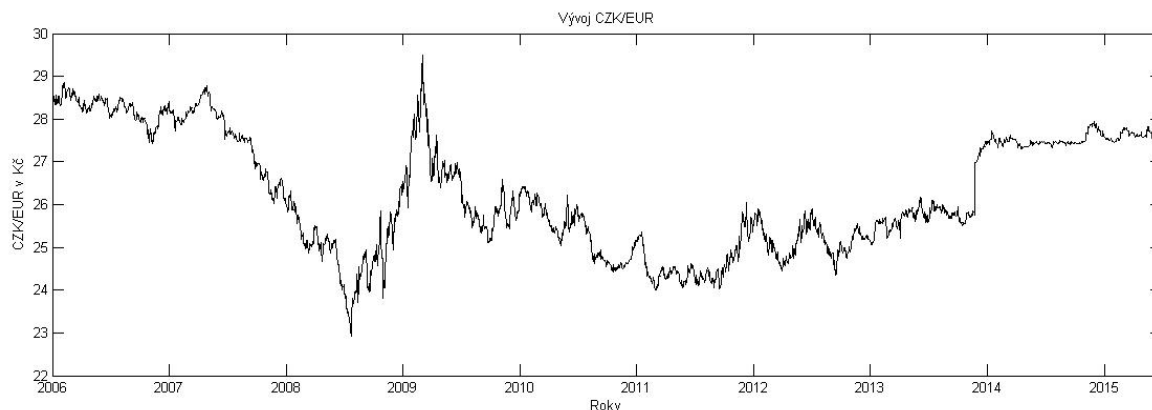
4.1.3 Vývoje CZK/EUR

Měnovou jednotkou v České republice je koruna česká, dělení koruny je na sto haléřů. Přestože Česká republika vznikla 1. 1. 1993, nedatuje se k tomu dni vznik koruny české, jelikož po rozpadu Československa existovala do 7. 2. 1993 měnová unie mezi Českou republikou a Slovenskou republikou. Právě od 8. 2. 1993 nadobro zanikla měna koruna československá a vznikla měna koruna česká. Formu všech bankovek vytvořil Oldřich Kulháněk. Směnný kurz v momentální podobě fixního kurzu má na starosti ČNB.

Měnou Eurozóny a druhou nejvýznamnější měnou ve světě je euro. Za oficiální platidlo má euro dohromady dvacet pět států, devatenáct z nich jsou členy eurozóny a šest z nich může euro využívat (mj. Vatikán). Euro je stejně jako koruna česká stohaléřovou měnou. Vznik Eura se datuje v devizové formě k 1. 1. 1999 a ve valutové podobě bylo euro zavedeno 1. 1. 2002. Měnová politika eurozóny je prováděna Evropskou centrální bankou se sídlem ve Frankfurtě nad Mohanem v Německu. Vývoj měnového páru CZK/EUR je viditelný v Grafu 4.3.

Z výše uvedeného grafu je patrné, že koruna česká vůči euro od roku 2006 do poloviny roku 2008 značně posilovala, kurz se posunul za sledované období z cca 28 CZK/EUR pod hranici 23 CZK/EUR. Faktorů, jež se podílelo na posílení koruny české, je celá řada. Nicméně mezi nejvýznamnější faktory apreciacie je dokončení ekonomické transformace a rychlejší dlouhodobý růst produktivity v České republice než v zahraničí.

Graf 4.3 – Vývoj CZK/EUR



Zdroj: www.google.finance.com

Další vývoj koruny české vůči euro byl ve znamení depreciace české měny. Kdy v roce 2009 dosahoval směnný kurz 29 CZK/EUR. Jednou z příčin oslabení bylo projevení se celosvětové ekonomické krize. Následně po výrazné depreciaci kurz fluktoval od roku 2010 do roku 2013 v rozmezí od 24 CZK/EUR do cca 26 CZK/EUR. Avšak v listopadu roku 2013 reagovala ČNB na deflační tlaky měnovou intervencí a stanovila směnný kurz koruny vůči euru na pomezí 27 korun. Od té doby je až po současnost tento trend držen a dle dostupných informací budou trvat intervence až do roku 2016.

4.2 Výsledky jednotlivých testů – index FTSE 100, ropa, měnový pár CZK/EUR

U obou testů bude platné, že se jedná o neparametrické jednostranné statistické testy. Hladina významnosti α , je pro oba testy stanovena na hladině 5 %. Sledované období je myšleno devět let. Začátek časové řady je od 1. 2. 2006, to platí pro všechny vstupní data. Konec časové řady je k 1. 2. 2015, taktéž platí pro všechny vstupní data. Stoprocentní přesnost dat není garantovaná, jelikož všechna data byla stažena z bezplatných serverů, na kterých není stoprocentní záruka přesnosti.

Rovněž pro všechny následující testy uvedené v kapitole 4 platí, že je obchodní systém založen na dvou klouzavých průměrech, jak se obchoduje pomocí klouzavých průměrů, bylo vysvětleno v kapitole 2. Typy a časové periody klouzavých průměrů u optimalizačních množin se budou měnit, stejně tak i začátek generování pozic se bude měnit a bude záviset právě na časových periodách klouzavých průměrů u těchto množin. Vždy bude platit, že generování pozic začne od následující nejdelší časové periody v dané optimalizační množině. Pro každou časovou řadu bude vygenerováno osm kombinací. Nejlepší kumulovaný výnos z osmi vygenerovaných výnosů bude podrobně popsán. Zahrnuty budou i poplatky,

ale pouze jako ovlivnění v absolutním vyjádření. Poplatky se budou určovat na základě změn pozic z long (respektive short) na short (respektive long). Každá změna bude znamenat jeden poplatek. Poplatky budou v rozmezí 1 a 2 amerických dolarů. Většina výpočtů a grafů bude vytvořeno v prostředí Matlab, zbytek bude vytvořeno v Excelu. Kódy vytvořené pro prostředí Matlab jsou dostupné v Příloze G.

V této podkapitole dojde k seznámení se s výsledky testování. Posloupnost testování je daná pořadím vstupních dat, která jsou analyzována v podkapitole 4.1. První testovanou časovou řadou bude index FTSE 100, následovat bude ropa a závěr testování bude patřit měnovému páru CZK/EUR.

4.2.1 Výsledek testování – index FTSE 100

Následující část bude věnována statistickému usuzování v technické analýze v rámci indexu FTSE 100. Vývoj indexu za sledované období je popsán podkapitole 4.1. Postup testování je popsán v kapitole 3, respektive v podkapitole 4.2. Výsledky testování jsou v Tab. 4.1, ze které lze vyvodit, že nejlepší hodnoty (zvýrazněné šedou barvou) odpovídají kombinaci pomalého klouzavého průměru s časovou periodou 7 s rychlým klouzavým průměrem s časovou periodou 1.

Tab. 4.1 – Výsledky testování u indexu FTSE 100

Index FTSE 100														
Optimalizační množina	Testovaný výnos v abs.v.	Kombinace			Test 1					Test 2				
		Slow	Fast	Alfa	Hodnot nad	Hodnot pod	P-hodnota	H0	H1	Hodnot nad	Hodnot pod	P-hodnota	H0	H1
SMA _{s20} - SMA _{f20}	2.27	5	1	0.05	9 594	990 406	0.96%	0	1	4 479	5 521	44.79%	1	0
SMA _{s100} - SMA _{f20}	2.02	5	1	0.05	12 979	987 021	1.30%	0	1	5 432	4 568	54.32%	1	0
EMA _{s20} - SMA _{f20}	3.15	7	1	0.05	2 849	997 151	0.28%	0	1	1 737	8 263	17.37%	1	0
EMA _{s100} - SMA _{f20}	2.9	7	1	0.05	3 442	996 558	0.34%	0	1	2 135	7 865	21.35%	1	0
SMA _{s20} - EMA _{f20}	2.27	5	1	0.05	9 776	990 224	0.98%	0	1	4 567	5 433	45.67%	1	0
SMA _{s100} - EMA _{f20}	2.02	5	1	0.05	12 879	987 121	1.29%	0	1	5 125	4 875	51.25%	1	0
EMA _{s20} - EMA _{f20}	3.15	7	1	0.05	3 384	996 616	0.34%	0	1	879	8 453	8.79%	1	0
EMA _{s100} - EMA _{f20}	2.9	7	1	0.05	3 546	996 454	0.35%	0	1	2 245	7 755	22.45%	1	0

Zdroj: Vlastní zpracování

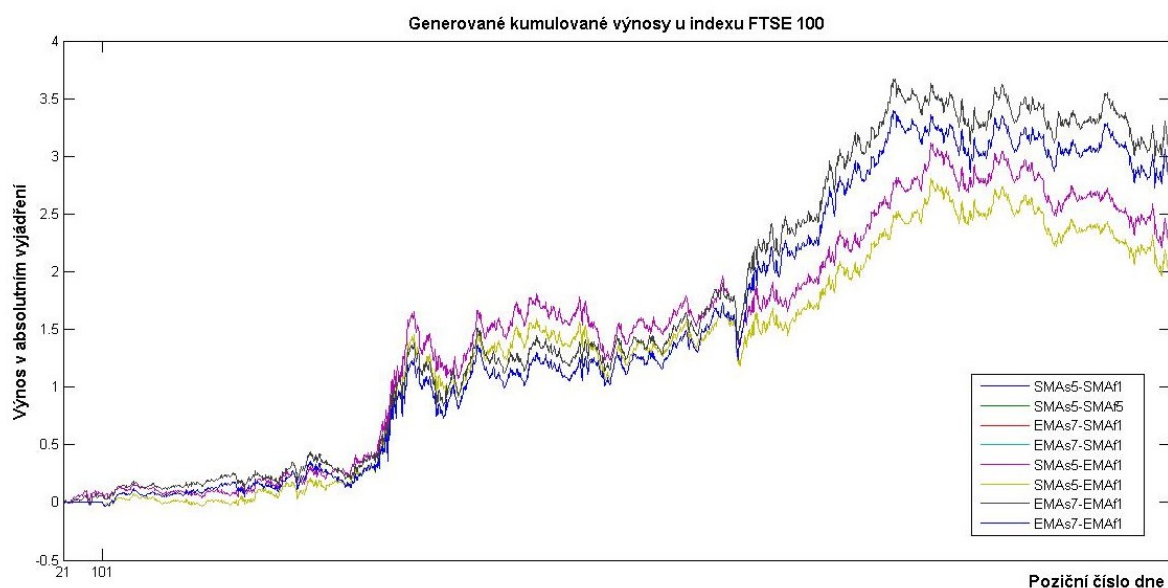
Důvodem proč jsou stejné výsledky u dvou kombinací klouzavých průměrů, přestože každá z nich má jiné typy klouzavých průměrů v optimalizační množině je, že časová perioda 1 u rychlého klouzavého průměru odpovídá závěrečné ceně (close), a proto nehraje roli typ rychlého klouzavého průměru v optimalizační množině. Výsledné hodnoty nejlépe vygenerovaných kumulovaných výnosů odpovídají hodnotě 3,15 v absolutním vyjádření za sledované období. Nejhorší hodnota optimalizovaného kumulovaného výnosu 2.02 v absolutním vyjádření za sledované období byla dosažena v optimalizační množině

EMAs100-SMAf20 při kombinaci exponenciálního klouzavého průměru s časovou periodou 5 s rychlým jednoduchým klouzavým průměrem s časovou periodou 1 (close).

Rozdílnost vygenerovaných optimalizovaných výnosů při stejných kombinacích klouzavých průměrů je dána nastavením začátku generování pozic v obchodních systémech. V Tab. 4.1 lze také pozorovat, jak si vygenerované výnosy vedly při statistických testech. Hodnota alfa odpovídá hladině významnosti $\alpha = 5\%$. P-hodnota byla vypočtena na základě získaných informací o celkovém počtu hodnot vyskytujících se nad a pod testovaným výnosem při daném rozdělení pravděpodobnosti výnosů. Dále lze usoudit, že u méně komplexního Testu 1 došlo pokaždé k zamítnutí nulové hypotézy a vždy byla alternativní hypotéza přijata. Vždy teda platilo, že k vygenerování pozic došlo nenáhodně a mají predikční sílu. Avšak tento fakt byl vyvrácen v rámci komplexnějšího Testu 2. Ani jedna z hodnot nejlepších vygenerovaných hodnot nebyla statisticky významná a vždy došlo k přijmutí nulové hypotézy a zamítnutí alternativní hypotézy na hladině významnosti $\alpha = 5\%$. Závěrem je, že pozice vygenerované všemi kombinacemi klouzavých průměrů byly vygenerovány náhodně bez predikční síly.

V Grafu 4.4 lze vidět vývoj vygenerovaných optimalizovaných kumulovaných výnosů vždy pro jednu z kombinací klouzavých průměrů. Finální hodnoty odpovídají hodnotám v Tab. 4.1. Při pohledu do již zmiňované tabulky je zřejmé, že kombinací klouzavých průměrů bylo osm, respektive bylo vygenerováno osm testovaných výnosů v absolutním vyjádření, ale v Grafu 4.4 jsou viditelné pouze čtyři vývoje kumulovaných výnosů. Tento fakt je dán duplicitou vygenerovaných hodnot výnosů. Horizontální osa má stanovený začátek na hodnotě 21, respektive 101, to odpovídá nastavení začátku generování pozic u jednotlivých obchodních systémů. Rozdílné nastavení začátku generování pozic u obchodního systému je příčinou, proč se výsledky vygenerované z optimalizačních množin EMAs100-EMAf20 a EMAs100-SMAf20 nerovnájí výsledkům získané z optimalizačních množin EMAs20-EMAf20 a EMAs20-EMAf20.

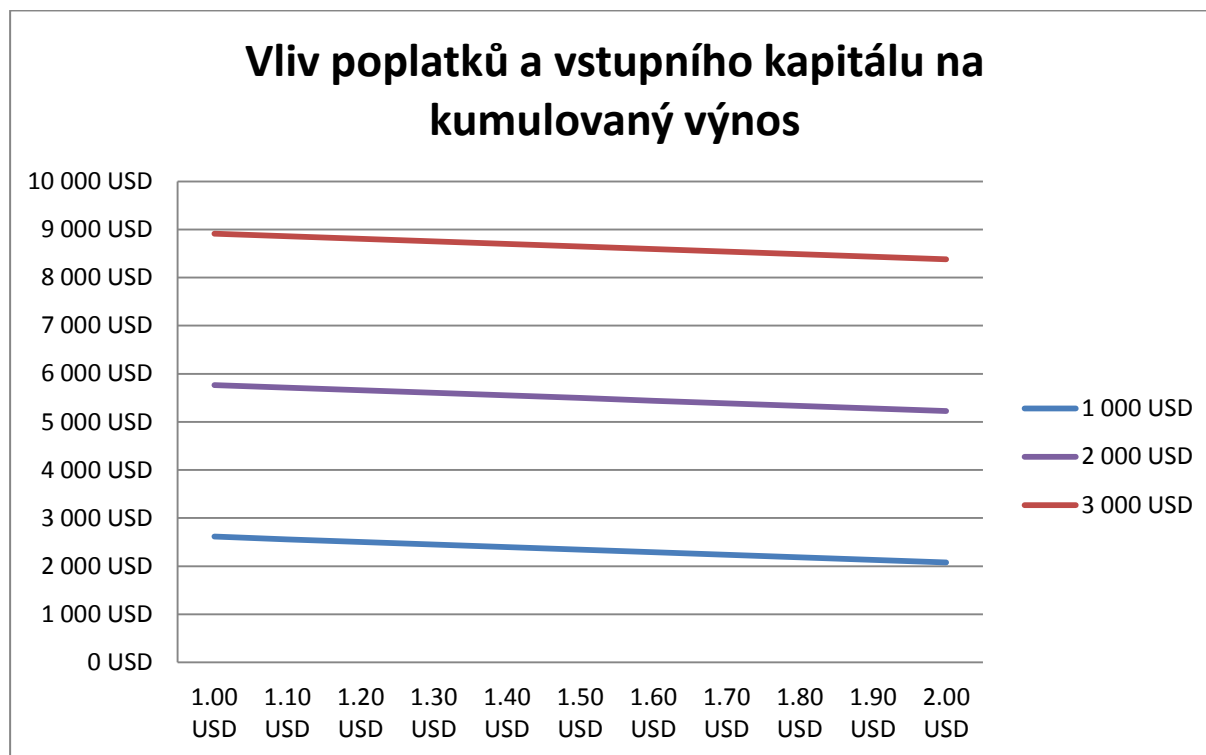
Graf 4.4 – Generované kumulované výnosy u indexu FTSE 100



Zdroj: Vlastní zpracování

Přestože ani jeden z vygenerovaných výnosů nebyl nakonec při komplexním testování v rámci Testu 2 statisticky významný, i přesto byl zahrnut vliv poplatků a vstupního kapitálu na optimalizovaný kumulovaný výnos v absolutním vyjádření za sledované období při kombinaci pomalého klouzavého průměru s časovou periodou 7 a rychlého klouzavého průměru s časovou periodou 1 u optimalizační množiny EMAf20-EMAs20, viz Graf 4.5.

Graf 4.5 – Vliv poplatků a vstupního kapitálu na optimalizovaný kumulovaný výnos



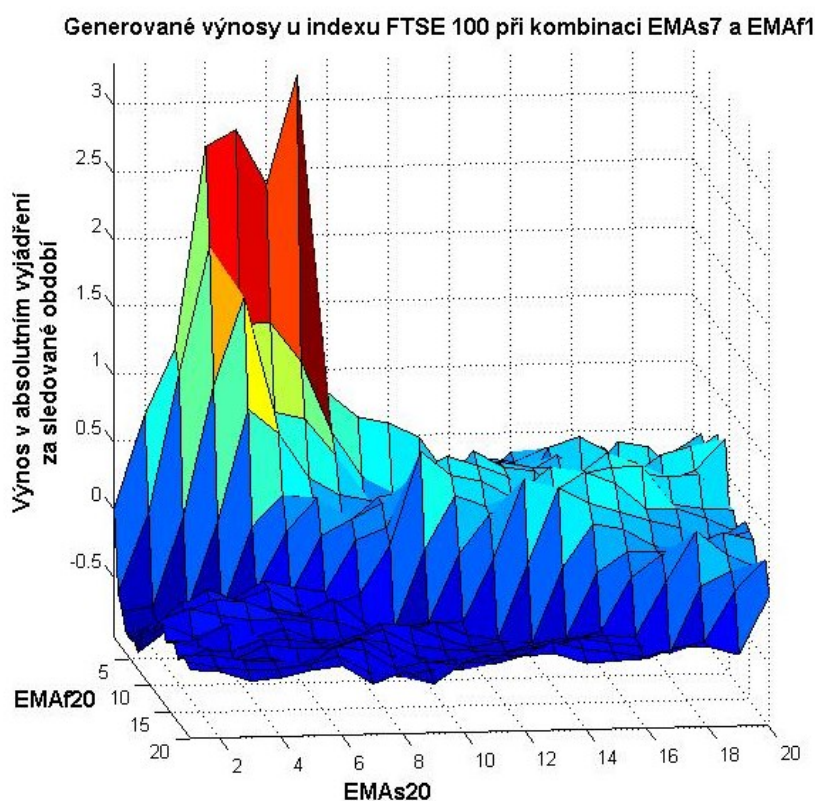
Zdroj: Vlastní zpracování

Z Grafu 4.5 je patrné, že čím vyšší je vstupní kapitál, tím mají menší vliv poplatky na celkovou hodnotu vygenerovaného výnosu. Pochopitelně platí, že čím nižší jsou poplatky, tím menší vliv mají na celkovou hodnotu kumulovaného výnosu. Čím je vstupní kapitál menší a čím více jsou poplatky rostoucí, tím je přímka strmější. Tyto rozdíly jsou zřejmé ve výše uvedeném grafu. Stejná situace, ale v tabulce je vyjádřena v Příloze A

Optimalizace

Při optimalizaci byl vybrán kumulovaný výnos získaný z optimalizační množiny EMAs20-EMAf20 při kombinaci pomalého exponenciálního klouzavého průměru s časovou periodou 7 s rychlým klouzavým průměrem s časovou periodou 1, jehož hodnota byla 3,15 v absolutním vyjádření za sledované období. Vygenerované výnosy pro uvedenou optimalizační množinu jsou viditelné v Grafu 4.6.

Graf 4.6 – Generované výnosy u indexu FTSE 100 u optimalizační množiny EMAs20-EMAf20



Zdroj: Vlastní zpracování

Z grafu lze usuzovat, že hodnoty vygenerovaných výnosů jsou diferencovány dle diagonály. Hodnoty vyskytující se nalevo od diagonály jsou záporných hodnot, zatímco hodnoty vyskytující se napravo od pomyslné diagonály jsou vesměs hodnot kladných. Nejvyšší výnos je znázorněn barvou červenou a dosahuje hodnoty právě 3,15 v absolutním

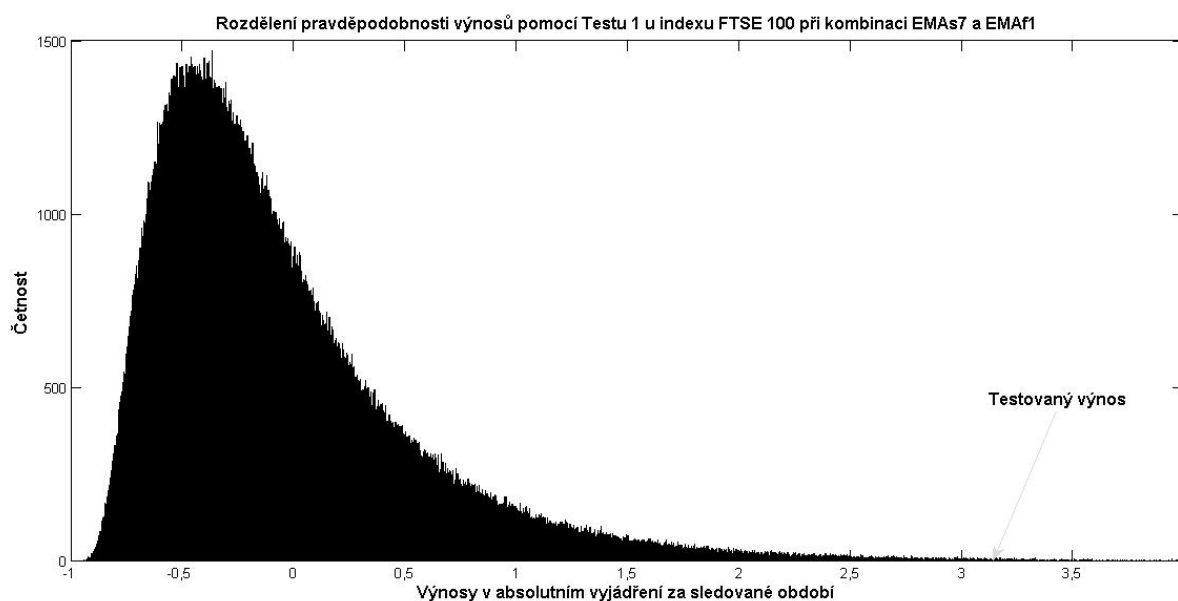
vyjádření za sledované období, tento výnos byl v rámci optimalizace vybrán k dalšímu testování. Následně se přejde k testování nejlepšího optimalizovaného kumulovaného výnosu.

Test 1

První statistický test je jednoduchým permutačním testem, postup byl popsán v kapitole 3. Rozdělení pravděpodobnosti výnosů vygenerované pomocí jednoduchého permutačního testu je viditelné v Grafu 4.7. Rozdělení pravděpodobnosti je vyhlazeného charakteru, toho bylo docíleno pomocí milionu permutací. Četnosti jednotlivých hodnot jsou zobrazeny na vertikální ose. Poloha testovaného výnosu o hodnotě 3,15 v absolutním vyjádření za sledované období je vyznačena šipkou. Medián rozdělení pravděpodobnosti výnosů je -0,2076.

Celkový počet hodnot vygenerovaných nad testovaným výnosem z milionu hodnot byl 3 384. Zbýlý počet hodnot bylo vygenerovaných a vyskytujících se pod testovaným výnosem. P-hodnota vypočtená podle vzorce (3.5) dosahuje hodnoty 0,34 %. Při porovnání p-hodnoty s hladinou významnosti $\alpha = 5 \%$ je testovaný výnos statisticky významný. Proto se zamítá nulová hypotéza a přijímá se hypotéza alternativní. Z toho vyplývá, že generování pozic je nenáhodné a tyto pozice mají predikční sílu.

Graf 4.7 – Rozdělení pravděpodobnosti výnosů pomocí Testu 1 u indexu FTSE 100 při kombinaci EMAs20-EMAf20



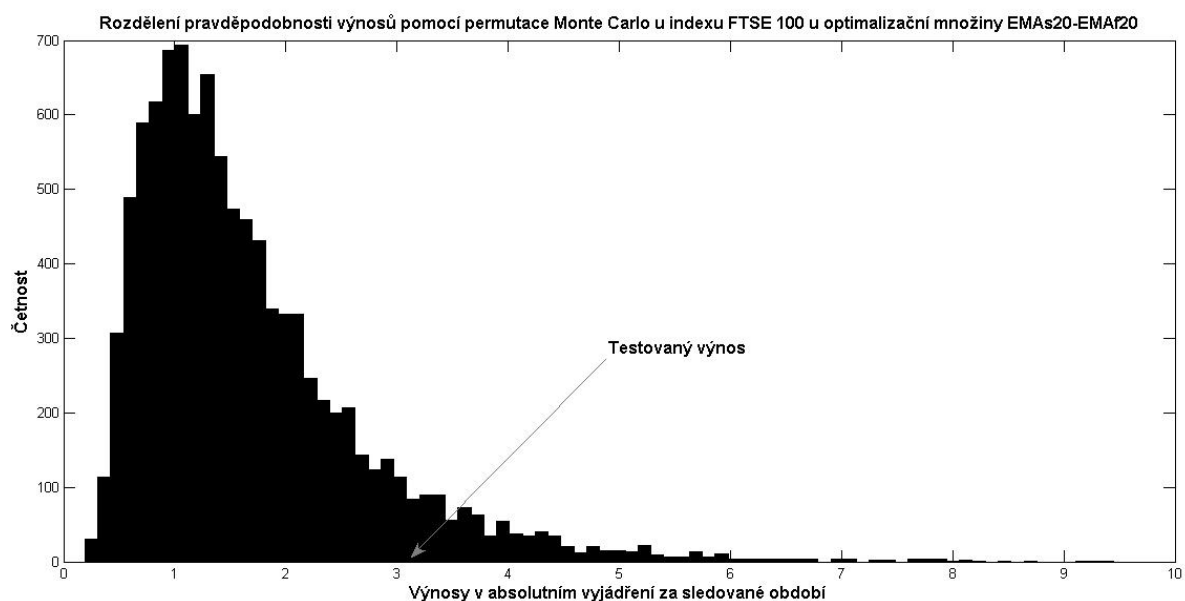
Zdroj: Vlastní zpracování

Test 2

Druhý statistický test je komplexnější oproti Testu 1. Vše je popsáno v kapitole 3. V Grafu 4.8 lze pozorovat vygenerované rozdělení pravděpodobnosti výnosů. Rozdělení není vyhlazené, jako v předchozím případě, což je dáno menším počtem provedených permutací (deset tisíc permutací bez opakování). Testovaný výnos je vyznačen šipkou.

Celkový počet hodnot vygenerovaných nad testovaným výnosem z deseti tisíc permutací bylo 879. Zbytek hodnot bylo vygenerováno o hodnotě menší než je testovaný výnos. P-hodnota byla vypočtena opět dle vzorce (3.5) a dosahovala hodnoty 8,79 %. Při srovnání s hladinou významnosti $\alpha = 5 \%$ se tentokrát přijímá nulová hypotéza a zamítá se hypotéza alternativní. To značí, že pozice jsou generovány náhodně bez predikční síly.

Graf 4.8 – Rozdělení pravděpodobnosti výnosů pomocí permutace Monte Carlo u indexu FTSE 100 u optimalizační množiny EMAs20-EMAf20



Zdroj: Vlastní zpracování

Celkové shrnutí statistického testování indexu FTSE 100

Jak už vyplývá z Tab. 4.1, ve které jsou souhrnné výsledky testování, tak všechny optimalizované kumulované výnosy jsou statisticky významné při statistickém testování v rámci Testu 1 při srovnání s hladinou významnosti $\alpha = 5 \%$. Tento fakt je dán zejména jednoduchostí testu, který nebere v potaz zkreslující efekt dolování dat, v případě diplomové práce nebere v potaz efekt optimalizace. Po provedení a usouzení závěrů v Testu 1, přišel na řadu komplexnější test beroucí v potaz zkreslující efekt optimalizace. Výsledkem testování

bylo, že ani jeden z optimalizovaných výnosů není statisticky významný při srovnání s hladinou významnosti $\alpha = 5\%$. Vždy byly přijaty nulové hypotézy tvrdící, že pozice jsou generované náhodně bez predikční síly. Lze tvrdit, že obchodní systém založený na dvou klouzavých průměrech u vybrané vstupní časové řady FTSE 100 při změnách parametrů negeneruje žádné statisticky významné výnosy.

Zbylé 3D grafy zobrazující vygenerované výnosy pro kombinace klouzavých průměrů u indexu FTSE 100 u různých optimalizačních množin, jsou zobrazeny v příloze B. Příloha B taktéž zahrnuje statistické testy optimalizovaných kumulovaných výnosů. Postupně jsou zahrnuty statistické testy v rámci Testu 1 a Testu 2.

4.2.2 Výsledek testování – ropa

Tato podkapitola bude věnována statistickému usuzování v technické analýze v rámci ropy. Vývoj ropy za celé sledované období byl popsán v podkapitole 4.1. Postup statistického testování je dohledatelný v kapitole 3 a podkapitole 4.2. Výsledky testování jsou v Tab. 4.2, ze které lze vypožorovat, že nejlepší hodnota (je zvýrazněná šedou barvou) odpovídá kombinaci pomalého exponenciálního klouzavého průměru s časovou periodou 42 s rychlým exponenciálním klouzavým průměrem s časovou periodou 3. Tato kombinace byla vygenerována z optimalizační množiny EMAs100-EMAf20. Výsledná hodnota nejlepšího optimalizovaného kumulovaného výnosu je 4,2891 v absolutním vyjádření za celé sledované období. Nejhorší hodnota z vygenerovaných optimalizovaných kumulovaných výnosů je 2,1901 v absolutním vyjádření za sledované období a byla dosažena při kombinaci pomalého exponenciálního klouzavého průměru s časovou periodou 2 s rychlým exponenciálním klouzavým průměrem s časovou periodou 1 odpovídající závěracím cenám (close). Tento výnos byl vygenerovaný z optimalizační množiny EMAs20-EMAf20.

Tab. 4.2 - Výsledky testování ropy

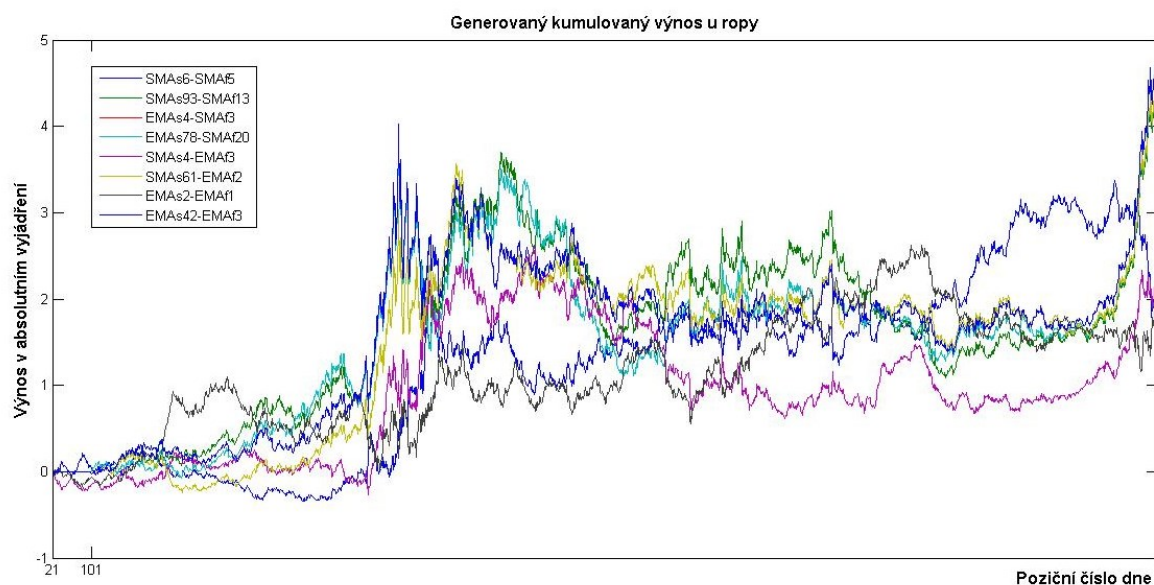
Ropa														
Optimalizační množina	Testovaný výnos v abs.v.	Kombinace			Test 1					Test 2				
		Slow	Fast	Alfa	Hodnot nad	Hodnot pod	P-hodnota	H0	H1	Hodnot nad	Hodnot pod	P-hodnota	H0	H1
SMA _{s20} - SMA _{f20}	2.2698	6	5	0.05	50 851	949 149	5.09%	1	0	8 961	1 039	89.61%	1	0
SMA _{s100} - SMA _{f20}	3.9628	93	13	0.05	22 756	977 244	2.28%	0	1	6 500	3 500	65.00%	1	0
EMA _{s20} - SMA _{f20}	2.3942	4	3	0.05	50 150	949 850	5.02%	1	0	8 233	1 767	82.33%	1	0
EMA _{s100} - SMA _{f20}	4.0293	78	20	0.05	18 250	981 750	1.83%	0	1	3 539	6 461	35.39%	1	0
SMA _{s20} - EMA _{f20}	2.3942	4	3	0.05	49 971	950 029	5.00%	0	1	8 253	1 747	82.53%	1	0
SMA _{s100} - EMA _{f20}	4.0448	61	2	0.05	22 340	977 660	2.23%	0	1	6 613	3 387	66.13%	1	0
EMA _{s20} - EMA _{f20}	2.1901	2	1	0.05	53 497	946 503	5.35%	1	0	5 854	4 146	58.54%	1	0
EMA _{s100} - EMA _{f20}	4.2891	42	3	0.05	20 100	979 900	2.01%	0	1	3 539	6 461	35.39%	1	0

Zdroj: Vlastní zpracování

V Tab. 4.2 jsou rovněž viditelné výsledky statistického testování u jednotlivých optimalizovaných kumulovaných výnosů. Hladina významnosti α byla stanovena na 5 %. P-hodnota byla vypočtena dle vzorce (3.5). Klíčovými vstupy pro výpočet p-hodnoty jsou získané informace o počtu hodnot vyskytujících se nad a pod vygenerovaným optimalizovaným kumulovaným výnosem u jednotlivých rozdělení pravděpodobnosti výnosů. Z tabulky lze usuzovat, že celkově bylo statisticky významnými výnosy u Testu 1 celkem 5 výnosů z 8. U těchto statisticky významných testů byla vždy přijata alternativní hypotéza a zamítnuta hypotéza nulová, a bylo přijato tvrzení, že pozice byly generovány nenáhodně s predikční silou. Zatímco u ostatních výnosů byla přijata hypotéza nulová a zamítnuta hypotéza alternativní, v tomto případě bylo přijato tvrzení, že pozice byly generovány náhodně bez predikční síly. Za povšimnutí stojí, že p-hodnota u statisticky nevýznamných výnosů byla těsně nad 5 %. Otázkou je, jaké by byly výsledky Testu 1 u těchto výnosů při delší časové řadě. Ovšem u Testu 2 byly vyhodnoceny všechny vygenerované optimalizované kumulované výnosy, jako statisticky nevýznamnými při porovnání vypočítaných p-hodnot s hladinou významnosti $\alpha = 5 \%$. Pokaždé byla zamítnuta alternativní hypotéza a přijata hypotéza nulová s tvrzením, že pozice byly generovány náhodně bez predikční síly.

V Grafu 4.9 lze vidět vývoj vygenerovaných optimalizovaných kumulovaných výnosů, vždy pro jednu kombinaci klouzavých průměrů. Konečné dosažené hodnoty v grafu jsou totožné s hodnotami testovaných výnosů v Tab. 4.1. Při pohledu do grafu lze vidět celkově 8 rozdílných vývojů optimalizovaných kumulovaných výnosů. Nejlepší vývoj má bezpochyby kombinace pomalého exponenciálního klouzavého průměru s časovou periodou 42 s rychlým exponenciálním klouzavým průměrem s časovou periodou rovněž 3. Tato kombinace s nejlepším optimalizovaným kumulovaným výnosem byla vygenerována z optimalizační množiny EMAs100-EMAf20. Zajímavé je určitě sledovat vývoj dalších kombinací kumulovaných výnosů, především výnosy vygenerované z optimalizačních množin SMAs100-EMAf20, EMAs100-SMAf20, SMAs100-SMAf20. Výnosy vygenerované z těchto optimalizačních množin mají podobné finální hodnoty, jako nejlepší vygenerovaný kumulovaný výnos, avšak průběh kumulace je odlišný, jak plyne z Grafu 4.9. Zajímavostí by byl budoucí vývoj těchto výnosů.

Graf 4.9 - Generované kumulované výnosy u ropy



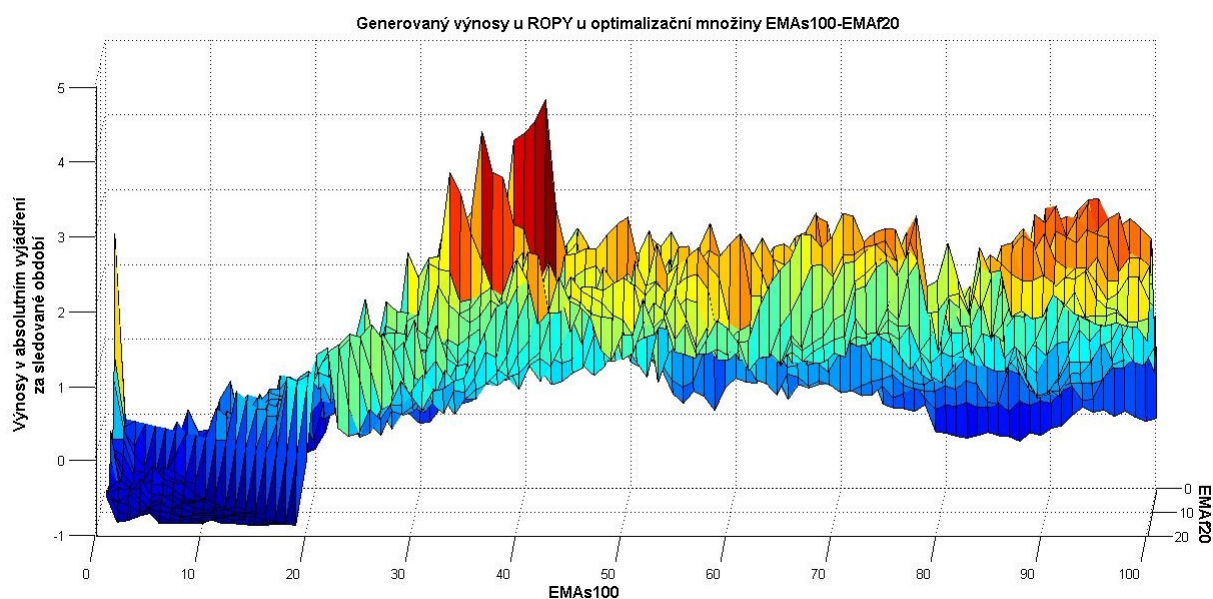
Zdroj: Vlastní zpracování

Vliv poplatků a počátečního vstupního kapitálu je stejný, jako u indexu FTSE 100, tak i u ropy a platí, že čím nižší jsou poplatky, tím menší vliv mají na celkovou hodnotu kumulovaného výnosu. Čím je vstupní kapitál menší a čím více jsou poplatky vyšší, tím je vliv větší. Vliv poplatků a velikost vstupního kapitálu je v Příloze C.

Optimalizace

Při optimalizaci byl vybrán kumulovaný výnos získaný z optimalizační množiny EMAs100-EMAs20, který byl dán kombinací pomalého exponenciálního klouzavého průměru s časovou periodou 42 s rychlým exponenciálním klouzavým průměrem s časovou periodou 3. Hodnota výnosu byla 4,2891 v absolutním vyjádření za sledované období. Všechny vygenerované výnosy u optimalizační množiny EMAs100-EMAs20 jsou pozorovatelné v Grafu 4.10. Z grafu lze usoudit, že vygenerované hodnoty kumulovaných výnosů se liší dle kombinací klouzavých průměrů, rozhodujícím faktorem pro odlišnost vygenerovaných hodnot je odlišnost u časových period klouzavých průměrů. Nejvyšší hodnoty jsou dosaženy v případě dlouhého klouzavého průměru s časovými periodami v rozmezí 32 až 40 a při časových periodách rychlého klouzavého průměru v rozmezí 3 až 5. Následně se přejde k testování nejlepšího optimalizovaného kumulovaného výnosu.

Graf 4.10 - Generované výnosy u ROPY u optimalizační množiny EMAs100 a EMAs20

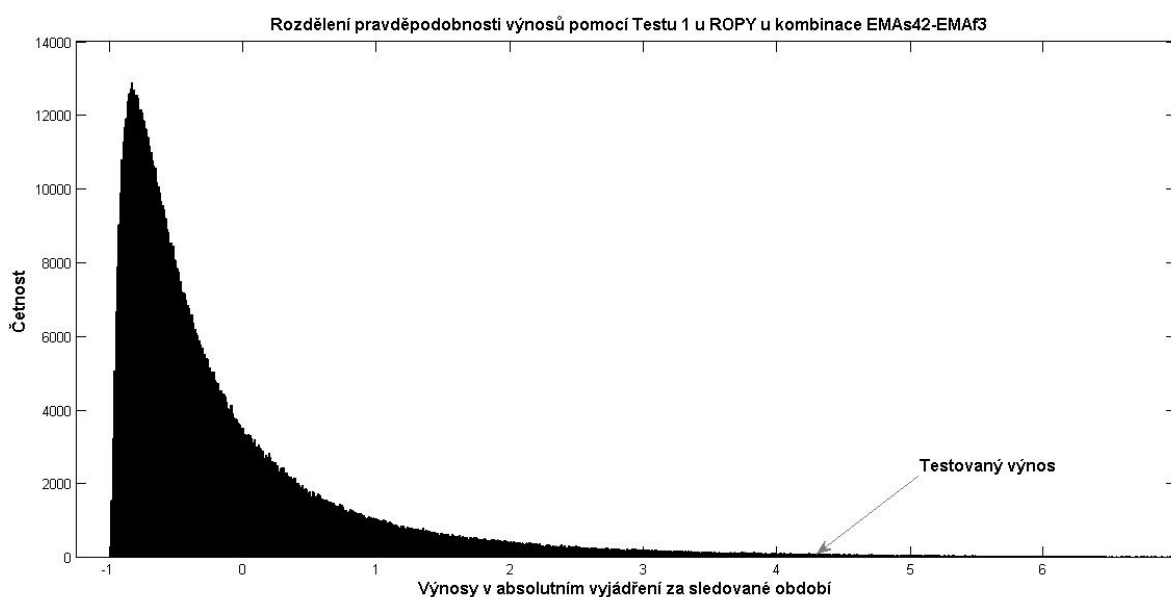


Zdroj: Vlastní zpracování

Test 1

První statistický test je jednoduchým permutačním testem, postup byl popsán v kapitole 3. Vyhlazené rozdělení pravděpodobnosti výnosů pomocí Testu 1 je viditelné v Grafu 4.11. Celkově proběhlo milion permutací bez opakování. Četnosti jednotlivých hodnot jsou zobrazeny na vertikální ose. Poloha testovaného výnosu o hodnotě 4,2891 v absolutním vyjádření za sledované období je vyznačena šipkou. Medián rozdělení pravděpodobnosti výnosů je -0,4274.

Graf 4.11 – Rozdělení pravděpodobnosti výnosů pomocí Testu 1 u ROPY u kombinace EMAs42-EMAs3



Zdroj: Vlastní zpracování

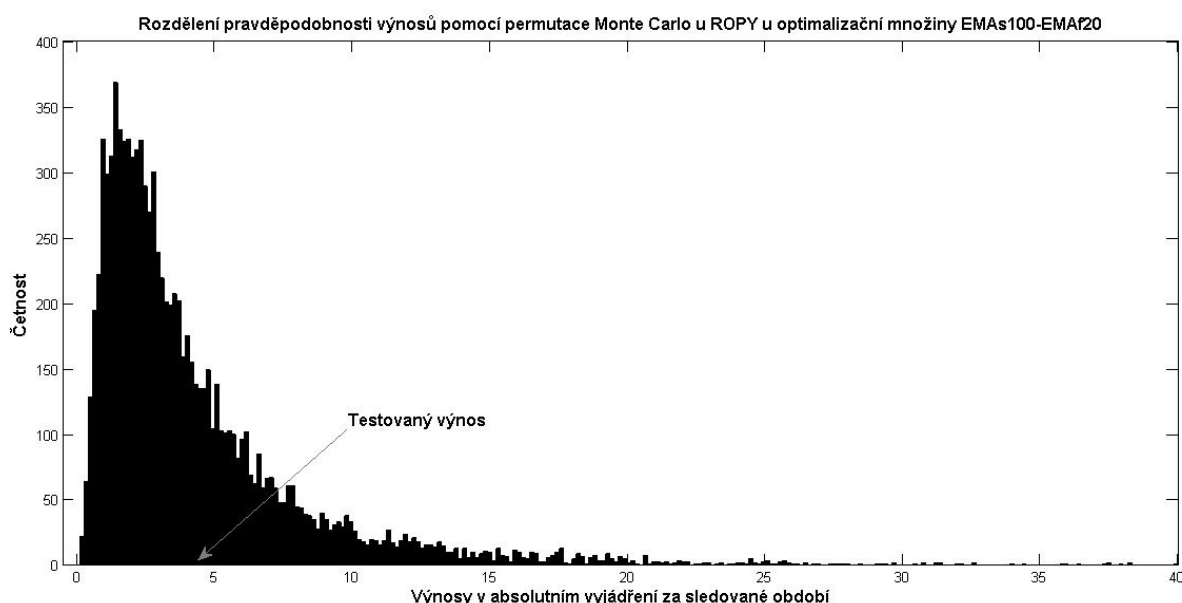
Celková počet hodnot vygenerovaných nad testovaným výnosem z milionu permutací je 20 100, zbytek hodnot 979 900 připadá na hodnoty menší než je testovaný výnos. P-hodnota vypočtené podle vzorce (3.5) a dosahuje hodnoty 2,01 %. Při porovnání p-hodnoty s hladinou významnosti $\alpha = 5 \%$ lze považovat testovaný výnos za statisticky významný, v tomto případě se nulová hypotéza zamítá a přijímá se hypotéza alternativní. Pozice jsou generovány nenáhodně s predikční silou.

Test 2

Postup statistického Test 2 je popsán v kapitole 3. V Grafu 4.12 lze vidět vygenerované rozdělení pravděpodobnosti výnosů pomocí Test 2. Nevyhlazené rozdělení pravděpodobnosti výnosů je dáno menším počtem permutací, konkrétně bylo provedeno deset tisíc permutací bez opakování. Testovaný výnos je vyznačen šipkou. Medián rozdělení pravděpodobnosti výnosů je 3,1391.

Celkový počet hodnot vygenerovaných nad testovaným výnosem z deseti tisíc permutací bylo 3 539. Zbylé hodnoty, konkrétně 6 461, byly vygenerované pod testovaným výnosem. P-hodnota byla vypočtena opět dle vzorce (3.5) a dosahovala hodnoty 35,39 %. Při srovnání s hladinou významnosti $\alpha = 5 \%$ se tentokrát přijímá nulová hypotéza a zamítá se hypotéza alternativní. V tomto případě platí, že pozice jsou generovány náhodně bez predikční síly.

Graf 4.12 – Rozdělení pravděpodobnosti výnosů pomocí permutace Monte Carlo u ROPY u optimalizační množiny EMAs100-EMAf20



Zdroj: Vlastní zpracování

Celkové shrnutí statistického testování ROPY

Při pohledu na výsledky statistického testování v případě Testu 1 v Tab. 4.2 je zřejmé, že 5 z 8 testovaných optimalizovaných kumulovaných výnosů je statisticky významných při srovnání vypočtené p-hodnoty výnosů s hladinou významnosti $\alpha = 5 \%$.

Při statistickém testování u Testu 2 nebyl ani jeden z testovaných optimalizovaných kumulovaných výnosů statisticky významný při srovnání p-hodnot výnosů s hladinou významnosti $\alpha = 5 \%$. Ve všech případech byla přijata nulová hypotéza a zamítnuta alternativní hypotéza, vždy platilo, že pozice byly generovány náhodně bez predikční síly. Lze usuzovat, že obchodní systém založený na dvou klouzavých průměrech u vybrané vstupní časové řady ROPY za sledované období při změnách parametrů negeneruje žádné statisticky významné optimalizované kumulované výnosy.

Zbylé 3D grafy zobrazující vygenerované výnosy pro kombinace klouzavých průměrů u ROPY u různých optimalizačních množin, jsou v příloze D. Příloha D rovněž zahrnuje statistické testy optimalizovaných kumulovaných výnosů. Jsou zahrnuty i statistické testy v rámci Testu 1 a Testu 2.

4.2.3 Výsledek testování – měnový pár CZK/EUR

Tato podkapitola bude věnována statistickému usuzování v technické analýze v rámci měnového páru CZK/EUR. Vývoj měnového páru CZK/EUR za sledované období je v podkapitole 4.1. Postup testování je v kapitole 3, respektive v podkapitole 4.2. Výsledky testování jsou v Tab. 4.3, ze které lze usoudit, že nejlepší hodnota (zvýrazněná šedou barvou) odpovídá kombinaci pomalého jednoduchého klouzavého průměru s časovou periodou 17 a rychlého exponenciálního klouzavého průměru s časovou periodou 17. Tato kombinace byla vygenerována z optimalizační množiny SMAs20-EMAf20. Výsledná hodnota nejlepšího optimalizovaného kumulovaného výnosu dosahuje 0,8108 v absolutním vyjádření za sledované období. Nejhorší hodnota optimalizovaného kumulovaného výnosu 0,2594 v absolutním vyjádření za sledované období byla dosažena v optimalizační množině EMAs20-SMAf20 při kombinaci exponenciálního klouzavého průměru s časovou periodou 20 s rychlým jednoduchým klouzavým průměrem s časovou periodou 1 (close).

Tab. 4.3 - Výsledky testování měnového páru CZK/EUR

Měnový pár CZK/EUR														
Optimalizační množina	Testovaný výnos v abs.v.	Kombinace			Test 1					Test 2				
		Slow	Fast	Alfa	Hodnot nad	Hodnot pod	P-hodnota	H0	H1	Hodnot nad	Hodnot pod	P-hodnota	H0	H1
SMA _s 20 - SMA _f 20	0.6629	16	14	0.05	7 723	992 277	0.77%	0	1	3 047	6 953	30.47%	1	0
SMA _s 100 - SMA _f 20	0.6779	16	14	0.05	6 293	993 707	0.63%	0	1	3 642	6 358	36.42%	1	0
EMA _s 20 - SMA _f 20	0.2594	20	1	0.05	123 590	876 410	12.36%	1	0	8 991	1 009	89.91%	1	0
EMA _s 100 - SMA _f 20	0.3684	67	3	0.05	60 029	939 971	6.00%	1	0	6 481	3 519	64.81%	1	0
SMA _s 20 - EMA _f 20	0.8108	17	17	0.05	2 451	997 549	0.25%	0	1	1 428	8 572	14.28%	1	0
SMA _s 100 - EMA _f 20	0.7681	17	17	0.05	3 045	996 955	0.30%	0	1	2 159	7 841	21.59%	1	0
EMA _s 20 - EMA _f 20	0.3691	11	2	0.05	62 149	937 851	6.21%	1	0	6 467	3 533	64.67%	1	0
EMA _s 100 - EMA _f 20	0.3919	100	2	0.05	54 551	945 449	5.46%	1	0	6 125	3 875	61.25%	1	0

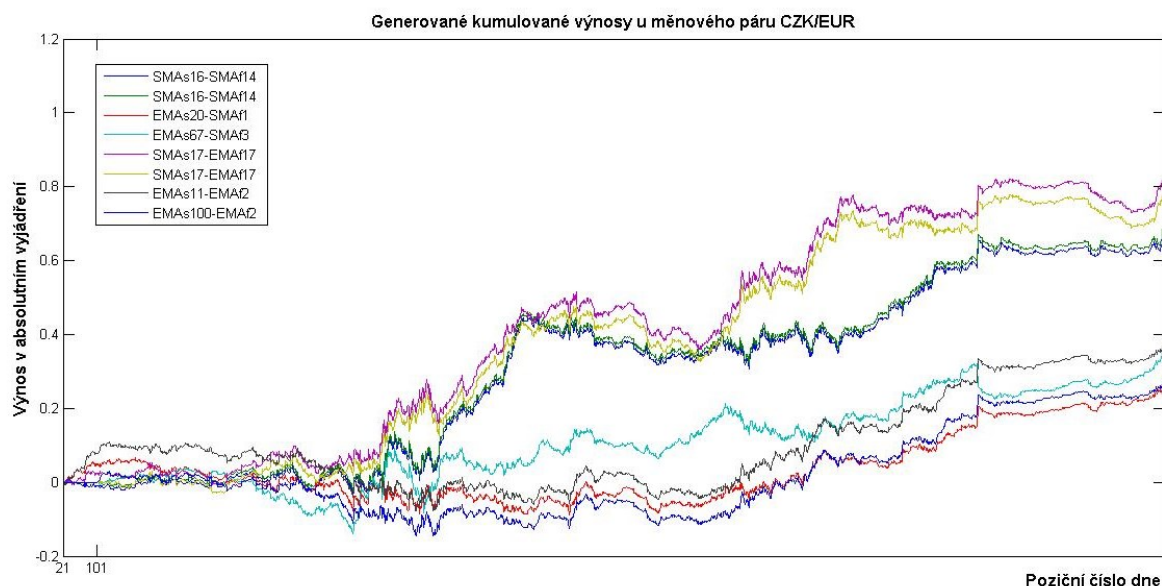
Zdroj: Vlastní zpracování

V Tab. 4.3 jsou viditelné výsledky statistických testů pro jednotlivé optimalizované kumulované výnosy. Hladina významnosti $\alpha = 5\%$. P-hodnota byla vypočtena na základě získaných informací o celkovém počtu hodnot vyskytujících se nad a pod testovaným výnosem při daném rozdělení pravděpodobnosti výnosů. Z výsledků Testu 1 lze vyvodit, že 4 z 8 vygenerovaných optimalizovaných kumulovaných výnosů byly statisticky významnými při srovnání jejich p-hodnoty s hladinou významnosti $\alpha = 5\%$. Na základě toho byla u těchto 4 optimalizovaných kumulovaných výnosů přijata alternativní hypotéza a zamítnuta hypotéza nulová. Platilo tedy, že pozice byly vygenerované nenáhodně s predikční silou. Avšak při aplikaci komplexnějšího Testu 2, ani jeden z těchto výnosů neobstál a vždy byly při porovnání s hladinou významnosti $\alpha = 5\%$ statisticky nevýznamné. Vždy byla přijata nulová hypotéza a zamítnuta alternativní hypotéza. Výsledkem testování je tvrzení, že pozice byly vygenerovány náhodně bez predikční síly. Toto tvrzení platilo i u zbylých 4 optimalizovaných kumulovaných výnosů. Tyto výnosy nebyly statisticky významné ani v rámci Testu 1 ani v rámci Testu 2, vždy platilo, že pozice byly generované náhodně bez predikční síly.

V Grafu 4.13 lze pozorovat vývoj vygenerovaných optimalizovaných kumulovaných výnosů, vždy pro jednu kombinaci klouzavých průměrů. Konečné dosažené hodnoty v grafu jsou totožné s hodnotami testovaných výnosů v Tab. 4.1. Při pohledu do grafu 4.13 lze vidět celkově 8 rozdílných vývojů optimalizovaných kumulovaných výnosů. Nejlepší vývoj má bezesporu kombinace pomalého jednoduchého klouzavého průměru s časovou periodou 17 s rychlým exponenciálním klouzavým průměrem s časovou periodou rovněž 17. Tato kombinace byla vygenerována z optimalizační množiny SMA_s20-EMA_f20. Téměř totožný vývoj, ale nižší hodnoty má i stejná kombinace klouzavých průměrů rovněž při stejných časových periodách jako nejlépe vygenerovaná hodnota optimalizovaného kumulovaného

výnosu, ale s tím rozdílem, že tato kombinace byla vygenerována v diferencované optimalizační množině SMAs100-EMAf20, a tudíž bylo odlišné nastavení začátku generování tržních pozic.

Graf 4.13 – Generované kumulované výnosy u měnového páru CZK/EUR



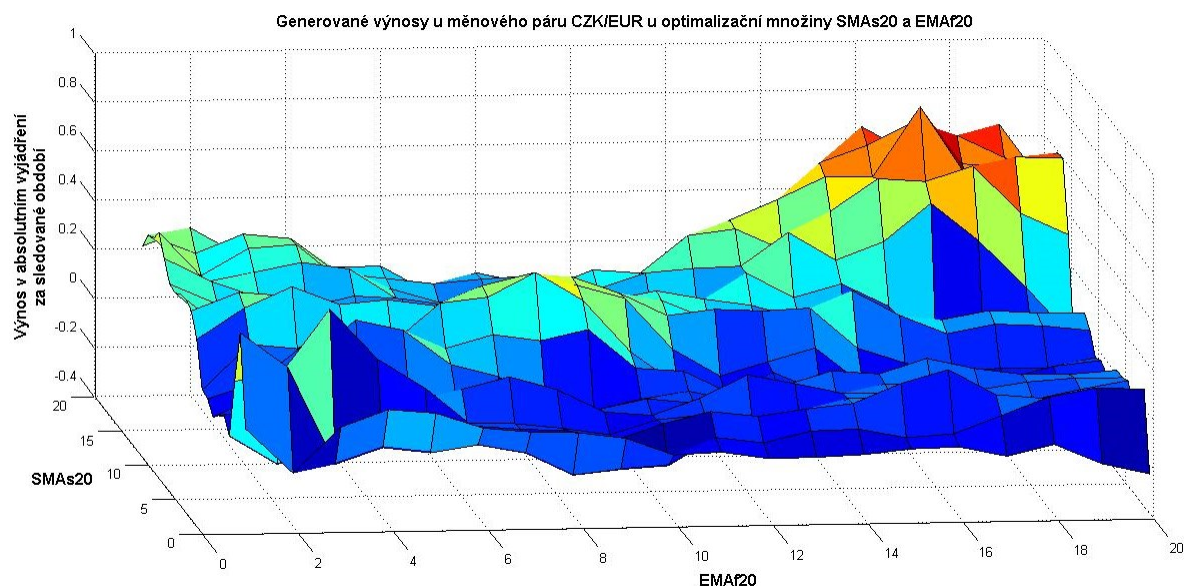
Zdroj: Vlastní zpracování

Vliv poplatků je pořád stejný u všech vygenerovaných optimalizovaných kumulativních výnosů. Vždy platí, že čím nižší jsou poplatky, tím menší vliv mají na celkovou hodnotu kumulovaného výnosu. Čím je vstupní kapitál menší a čím více jsou poplatky vyšší, tím je vliv větší. Vliv poplatků a velikost vstupního kapitálu je v Příloze E.

Optimalizace

V rámci optimalizace byl vybrán kumulovaný výnos získaný z optimalizační množiny SMAs20-EMAf20, který byl dán kombinací pomalého jednoduchého klouzavého průměru s časovou periodou 17 s rychlým exponenciálním klouzavým průměrem s časovou periodou 17. Hodnota výnosu byla 0,8108 v absolutním vyjádření za sledované období. Všechny vygenerované výnosy u optimalizační množiny SMAs20-EMAs20 jsou viditelné v Grafu 4.14. Z grafu lze vydedukovat, že hodnoty jsou opět diametrálně odlišné a odvíjejí se dle časových period jednotlivých klouzavých průměrů. Je zřejmé, že při rostoucích časových periodách u obou klouzavých průměrů jsou generované hodnoty vyšší. Maximum je dosaženo právě při již zmiňované kombinaci klouzavých průměru s časovými periodami 17. Následně se přejde k testování nejlepšího optimalizovaného kumulovaného výnosu.

Graf 4.14- Generované výnosy u měnového páru CZK/EUR u optimalizační množiny SMAs20 a EMa20

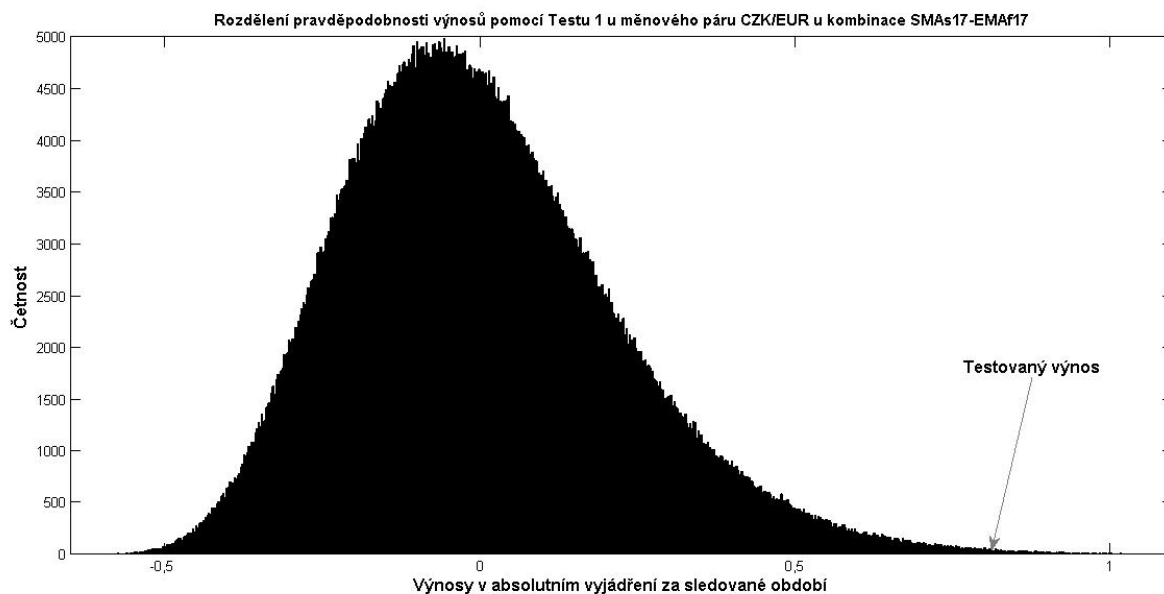


Zdroj: Vlastní zpracování

Test 1

První statistický test je jednoduchým permutačním testem, postup byl popsán v kapitole 3. Rozdělení pravděpodobnosti výnosů vygenerované pomocí jednoduchého permutačního testu lze pozorovat v Grafu 4.15. Medián rozdělení pravděpodobnosti výnosů je -0,0239.

Graf 4.15 – Rozdělení pravděpodobnosti výnosů pomocí Testu 1 u měnového páru CZK/EUR u kombinace SMAs17-EMa17



Zdroj: Vlastní zpracování

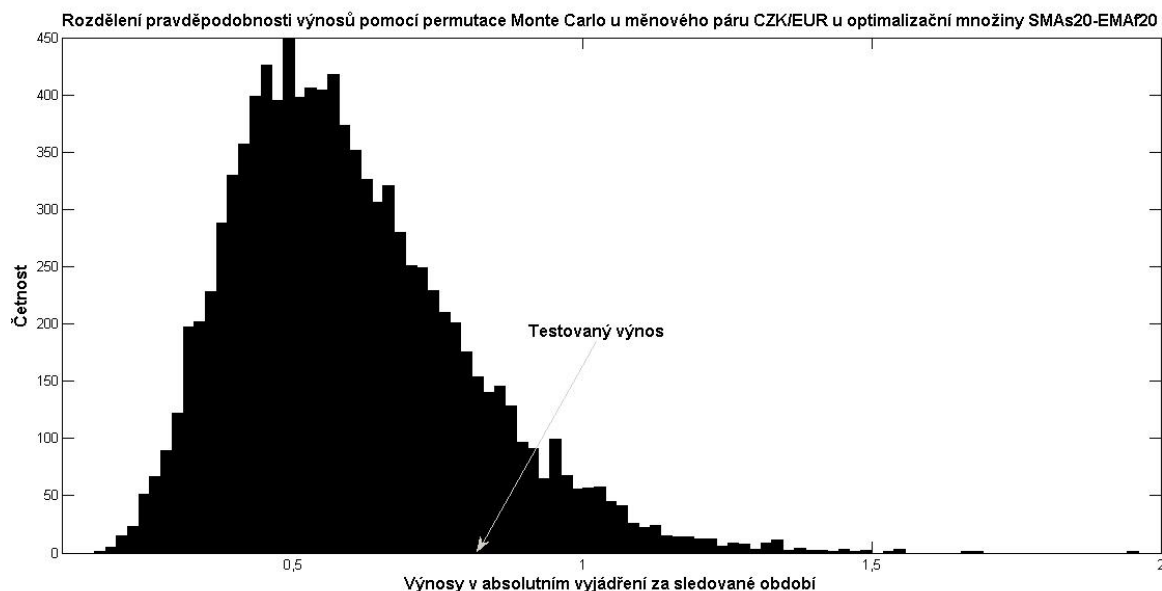
Vyhlazené rozdělení pravděpodobnosti výnosů bylo docíleno pomocí milionu permutací bez opakování. Četnosti jednotlivých hodnot jsou zobrazeny na vertikální ose. Poloha testovaného výnosu o hodnotě 0,8108 v absolutním vyjádření za sledované období je vyznačena šipkou.

Celková počet hodnot vygenerovaných nad testovaným výnosem z milionu permutací je 2 451, zbytek hodnot 997 549 připadá na hodnoty menší než je testovaný výnos. P-hodnota vypočtená podle vzorce (3.5) dosahuje hodnoty 0,25 %. Při porovnání p-hodnoty s hladinou významnosti $\alpha = 5 \%$ lze považovat testovaný výnos za statisticky významný, v tomto případě se nulová hypotéza zamítá a přijímá se hypotéza alternativní. To značí, že generování pozic je nenáhodné a pozice mají predikční sílu.

Test 2

Postup statistického Test 2 je popsán v kapitole 3. V Grafu 4.16 lze pozorovat vygenerované rozdělení pravděpodobnosti výnosů. Nevyhlazené rozdělení pravděpodobnosti výnosů je dáno menším počtem permutací, konkrétně bylo provedeno deset tisíc permutací bez opakování. Testovaný výnos je vyznačen šipkou.

Graf 4.16 – Rozdělení pravděpodobnosti výnosů pomocí permutace Monte Carlo u měnového páru CZK/EUR u optimalizační množiny SMAs20-EMAF20



Zdroj: Vlastní zpracování

Celkový počet hodnot vygenerovaných nad testovaným výnosem z deseti tisíc permutací bylo 1 428. Zbytek hodnot 8 572 bylo vygenerovaných pod testovaným výnosem.

P-hodnota byla vypočtena opět dle vzorce (3.5) a dosahovala hodnoty 14,28 %. Při srovnání s hladinou významnosti $\alpha = 5 \%$ se tentokrát přijímá nulová hypotéza a zamítá se hypotéza alternativní. To značí, že pozice jsou generovány náhodně bez predikční síly.

Celkové shrnutí statistického testování měnového páru CZK/EUR

Již z Tab. 4.3 je zřejmé, že polovina optimalizovaných kumulovaných výnosů je statisticky významných při testování v rámci Testu 1 při srovnání s hladinou významnosti $\alpha = 5 \%$, zbylé výnosy jsou statisticky nevýznamné. Ve srovnání s předchozími testování se jedná o nejhorší výsledky u Testu 1 u všech vstupních časových řad.

U komplexnějšího Testu 2, stejně jako u obou předchozích testování, nebyl ani jeden z vygenerovaných optimalizovaných kumulovaných výnosů statisticky významný při srovnání p-hodnot s hladinou významnosti $\alpha = 5 \%$ a ve všech případech byla přijata nulová hypotéza a zamítnuta alternativní hypotéza, vždy byly pozice generovány náhodně bez predikční síly. Lze tvrdit, že obchodní systém založený na dvou klouzavých průměrech u vybrané vstupní časové řady měnového páru CZK/EUR za sledované období při změnách parametrů negeneruje žádné statisticky významné výnosy.

Zbylé 3D grafy zobrazující vygenerované výnosy pro kombinace klouzavých průměrů u měnového páru CZK/EUR u různých optimalizačních množin, jsou v příloze F. Příloha F rovněž zahrnuje statistické testy optimalizovaných kumulovaných výnosů. Postupně jsou zahrnuty statistické testy v rámci Testu 1 a Testu 2.

4.3 Popis uvažovaného zjednodušení a návrhů na další výzkum

V diplomové práci bylo pracováno s několika zjednodušeními, mezi které patří mj. aplikovaný obchodní systém v rámci celého testování. V diplomové práci bylo pracováno s obchodním systémem založeným na protnutí dvou klouzavých průměrů, i když typy i časové periody klouzavých průměrů byly postupně měněny, nejednalo se o komplexní obchodní systém. Toto tvrzení dokládá i fakt, že podmínky generování pozic byly založeny na stanovení pouze jednoho prahu, takže bylo využito pouze jednoduchých logických operátorů větší než a menší než. Testování pomocí komplexnějšího obchodního systému zahrnující i složitější logické operátory a více prahů k rozhodování o generování pozic, by bylo určitě zajímavým námětem pro další práci a bylo by zajímavé sledovat ovlivnění výsledků.

Kromě toho celý obchodní systém byl nastavený, jako binární obchodní systém. Takže po celou dobu obchodní systém generoval tržní pozice short anebo long. Vždy se v rámci použitého obchodního systému v diplomové práci držely tržní pozice. Určitě by bylo zajímavé vytvořit obchodní systém trinitární, u kterého by se nastavilo generování pozic short, long a neutral (neutrální), to by mělo za následek, že by se nemuselo po celou dobu obchodovat a bezpochyby by to ovlivnilo výsledek testování.

Další nedostatek testování spočívá ve vstupních datech. Jako problém se můžou jevit volně dostupná data, ve kterých se mohou vyskytovat chyby, jelikož všechna vstupní data byla stažena na neplacených serverech, kde se dá těžko předpokládat, že budou odpovídat skutečnosti, proto by bylo lepší mít data placená.

Asi posledním výrazným nedostatkem diplomové práce je zahrnutí a vliv poplatků až jako v absolutním vyjádření na optimalizovaný výnos. Ideální by bylo zahrnout poplatky již při každé změně z pozice short na pozici long, protože jak dokládají přílohy, vliv poplatků především na menší vstupní kapitál je při velkém počtu změn pozic značný.

5 Závěr

Diplomová práce byla věnována tématu technické analýzy, která má i přes řadu odpůrců své pevně ukotvené místo ve finančním světě a především díky rozvoji informačních technologií popularita technické analýzy čím dál více roste.

Cílem diplomové práce bylo statisticky otestovat kumulované výnosy získané optimalizací binárního obchodního systému založeného na jednom variabilním prahu. Statistické testování bylo aplikováno na třech vybraných časových řadách – burzovním indexu, komoditě a měnovém páru.

Diplomová práce byla rozdělena do pěti kapitol. První kapitola byla věnována úvodu. Druhá kapitola byla věnována popisu technické analýzy. Především byla kapitola strukturována tak, aby došlo k seznámení čtenáře s nejzákladnějšími pojmy v technické analýze, a proto nechybí srovnání technické analýzy s ostatními analytickými přístupy, také došlo k popisu historického vývoje technické analýzy, dále byly popsány metody technické analýzy, následoval popis binárního obchodního systému a celá kapitola byla dovršena vymezením trhů vhodných k využití technické analýzy.

Třetí kapitola byla věnována statistickému usuzování, postupně byly popsány základní pojmy u statistického usuzování a jsou taktéž popsány statistické metody, které byly následně využity při statistickém testování. V kapitole třetí byla zahrnuta i matematická formulace nezbytných veličin využitých v aplikační části diplomové práce.

Ve čtvrté kapitole došlo k aplikaci statistického usuzování v rámci třech vybraných devítiletých reálných historických dat. K testování byly vybrány časové řady indexu FTSE 100, ropy a měnového páru CZK/EUR. Nejdříve došlo ve čtvrté kapitole k popsání vývoje jednotlivých vstupních časových řad. Následovala optimalizace obchodního systému, na kterou navazovala interpretace dosažených výsledků a jejich statistického testování.

Teoretická část diplomové práce vycházela zejména z Aronsona (2008), Kirkpatricka a Dalquistové (2011). Výpočty v praktické části diplomové práce byly provedeny v prostředí Matlab a Excel.

V diplomové práci byly otestovány tři vstupní časové řady, jmenovitě se jednalo o časové řady indexu FTSE 100, měnového páru CZK/ERU a ropy. Byl vytvořen binární obchodní systém (s jedním variabilním prahem) založený na dvou klouzavých průměrech

s různými parametry nastavení. Vždy po nastavení parametrů došlo k vygenerování kumulovaných výnosů. V rámci vygenerovaných výnosů byla provedena optimalizace a byl vybrán výnos s nejvyšší hodnotou. Tento výnos byl následně statisticky testován pomocí dvou permutačních testů bez opakování. První z testů nebere v potaz zkreslující efekt dolování dat, kdežto druhý z testů na tento efekt reaguje a lze ho považovat za komplexnější. Celkově bylo provedeno 48 statistických testů, kdy polovina z nich připadala na jednoduchý permutační test bez opakování a druhá polovina připadla na komplexnější permutační test bez opakování. Hladina významnosti α byla stanovena na hodnotu 5 % pro oba testy. Při porovnání vypočtených p-hodnot s hladinou významnosti byly výsledky následovné. V rámci prvního testu bylo 17 z 24 testovaných optimalizovaných výnosů statisticky významných a byla přijata hypotéza alternativní, generování pozice je nenáhodné s predikční silou. Naopak u komplexnějšího testu nebyl ani jeden testovaný optimalizovaný kumulovaný výnos statisticky významný a vždy byla přijata nulová hypotéza, generování pozice je náhodné bez predikční síly.

Výsledkem statistického testování optimalizovaných kumulovaných výnosů při aplikaci binárního obchodního systému založeného na jednom variabilním prahu pro generování tržních pozic u tří historických vstupních časových řad je, že obchodní systém negeneruje žádné statisticky významné optimalizované kumulované výnosy. Při porovnání všech tří vstupních dat se nejlépe jeví vstupní časová řada indexu FTSE 100, která při kombinaci pomalého exponenciálního klouzavého průměru s časovou periodou 7 s rychlým exponenciálním klouzavým průměrem s časovou periodou 1 (odpovídá zavírací ceně), která byla vygenerována z optimalizační množiny EMAs20-EMAf20 dosáhla při Testu 2 p-hodnoty 8, 79 %, což byla nejnižší p-hodnota u Testu 2 ze všech provedených testování.

Mezi zjednodušení diplomové práce se řadí mj. aplikovaný obchodní systém založený na dvou klouzavých průměrech, který nelze považovat za komplexní obchodní systém. Dalším problémem je využití pouze binárního obchodního systému fungující na jednom variabilním prahu. Vhodnější variantou se jeví využití trinitárního obchodního systému, který by kromě pozic short a long byl schopen generovat pozice neutrální. Problém v diplomové práci jsou i vstupní data, všechna byla stažena z bezplatných serverů, takže je otázkou, jestli reflektují realitu. Zmínit by se určitě mělo i nedostatečné zahrnutí poplatků. Překonání těchto zjednodušení by mohlo být podmětem pro další výzkum.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Knižní zdroje

ARSON, R. David. *Evidence-Based Technical Analysis: Applying the Scientific Method and Statistical Inference to Trading Signals*. New York: Wiley, 2007. 528 s. ISBN 978-0-470-00874-4.

CHEN, James. *Essentials of Technical Analysis for Financial Markets*. New Jersey: John Wiley, 2010. 283 s. ISBN 978-0-470-53729-9.

HARTMAN, Ondřej. *Jak se stát FOREXOVÝM obchodníkem*. 2. vyd. Praha: FXstreet, 2014. 280 s. ISBN 978-80-904418-3-5.

KIRKPATRICK, D. Charles and Julie DALHQUIST. *Technical Analysis: The Complete Resource for Financial Market Technicians*. 2nd ed. New Jersey: FT Press, 2011. 671 s. ISBN 978-0-13-705944-7.

MASTERS, Timothy. *Neural, Novel & Hybrid Algorithms for Time Series Prediction*. New York: Wiley, 1995. 514 s. ISBN 978-0471130413

MURPHY, J. John. *Technical Analysis of the Financial Market*. New York: New York Institute of Finance, 1999. 576 s. ISBN 0-7352-0066-1.

MUSÍLEK, Petr. *Trh cenných papírů*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2011. 524 s. ISBN 978-80-86929-70-5.

VÍŠKOVÁ, Hana. *Technická analýza akcií*. Praha: Prepress, 1997. 119 s. ISBN 80-86009-13-0.

ZAPLATÍLEK, Karel a Bohuslav DOŇAR. *MATLAB – tvorba uživatelských aplikací*. Praha: BEN – technická literatura, 2004. 216 s. ISBN 80-7300-133-0.

ZMEŠKAL, Z., D. DLUHOŠOVÁ a T. TICHÝ. *Finanční modely*. 3. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 249 s. ISBN 978-80-86929-91-0.

Odborné články

JARQUE, M. Carlos and Anil K. BERA. A test of normality of observation and regression residuals. *International Statistical Review*. 1987, roč. 55, č. 2, s. 163 – 172. ISSN 03067734

Internetové zdroje

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS. *Foreign exchange turnover in April 2013: preliminary global* [online]. 2015 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://www.bis.org/index.htm>

BEDÁŇOVÁ, Iveta a Vladimír VEČEREK. *Základy statistiky pro studující veterinární medicíny a farmacie* [online]. 2007 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/stat/fvl/Skripta.pdf>

FINANČNÍK. *Finančník* [online]. 2015 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://www.financnik.cz/>

FXSTREET. *FXstreet*. [online] 2015. [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://www.fxstreet.cz/>

GOOGLE. *Google Finance* [online]. 2015 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <https://www.google.com/finance>

INVESTING. *Investing* [online]. 2015 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://www.investing.com>

INVESTOPEDIA. *Investopedia* [online]. 2015 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://www.investopedia.com/>

KOŘENÁ, Kateřina a Martina NOVOTNÁ. *Psychologická analýza* [online prezentace]. 2014 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://lms.vsb.cz/>

LITSCHMANNOVÁ, Martina. *Úvod do statistiky (interaktivní učební text)* [online]. 2015 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://mi21.vsb.cz/modul/uvod-do-statistiky>

MATHWORKS. *Mathworks* [online]. 2015 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://www.mathworks.com/>

THE UNIVERSITY of NORTH CAROLINA at CHAPEL HILL. *Lecture 14* [online]. 2015 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://www.unc.edu/>

SEZNAM ZKRATEK

CZK	česká koruna
ČNB	Česká národní banka
DJIA	Dow Jones Industrial Average
EMA	Exponential Moving Average
EMAf	Exponential Moving Average Fast
EMAs	Exponential Moving Average Slow
EUR	euro
FOREX	Foreign Exchange
FTSE 100	Financial Times Stock Exchange 100
H0	nulová hypotéza
H1	alternativní hypotéza
MA	Moving Average
NASDAQ	National Association of Securities Dealers Automated Quotations
OHLC	open, high, low, close
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries
OTC	over the counter
PX	Prague Exchange
SMA	Simple Moving Average
SMAf	Simple Moving Average Fast
SMAAs	Simple Moving Average Slow
SWOT	strengths, weaknesses, opportunities, threats
USA	The United States of America
USD	americký dolar
WMA	Weight Moving Average

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 25.4.2015

.....
jméno a příjmení studenta

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Vliv poplatků a vstupního kapitálu na kumulovaný výnos u indexu FTSE 100

Příloha B – 3D grafy, Test 1, Test 2 u indexu FTSE 100

Příloha C – Vliv poplatků a vstupního kapitálu na kumulovaný výnos u ROPY

Příloha D – 3D grafy, Test 1, Test 2 u ROPY

Příloha E – Vliv poplatků a vstupního kapitálu na kumulovaný výnos u měnového páru CZK/EUR

Příloha F – 3D grafy, Test 1, Test 2 u měnového páru CZK/EUR

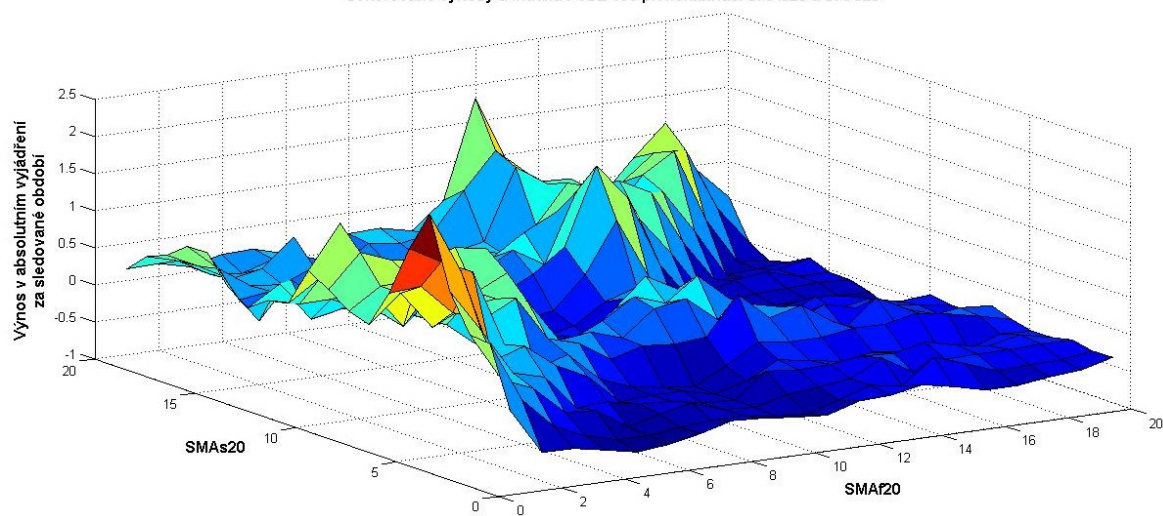
Příloha G – Kódy v Matlabu

Příloha A – Vliv poplatků a vstupního kapitálu na kumulovaný výnos u indexu FTSE 100

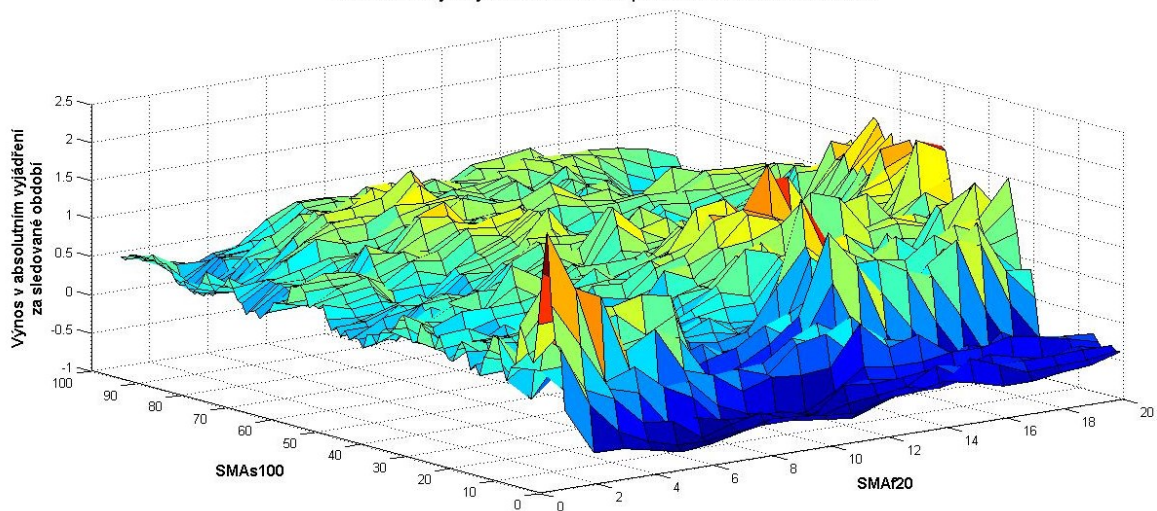
Vliv poplatků na výnos při kombinaci EMAs 7 a EMA f 1				
Počet změn pozic	536	536	536	
Vstupní kapitál	1 000 USD	2 000 USD	3 000 USD	
Výnos bez vstupního kapitálu	315.00%	315.00%	315.00%	
Výnos se vstupním kapitálem	3 150 USD	6 300 USD	9 450 USD	
Poplatky	Počet změn pozic	Celkový poplatek	Výnos 3 150 očištění o poplatky	% rozdíl poplatků
0.00 USD	536	0.00 USD	3 150 USD	0.00%
0.50 USD	536	268.00 USD	2 882 USD	-8.51%
1.00 USD	536	536.00 USD	2 614 USD	-17.02%
1.50 USD	536	804.00 USD	2 346 USD	-25.52%
2.00 USD	536	1 072.00 USD	2 078 USD	-34.03%
2.50 USD	536	1 340.00 USD	1 810 USD	-42.54%
3.00 USD	536	1 608.00 USD	1 542 USD	-51.05%
3.50 USD	536	1 876.00 USD	1 274 USD	-59.56%
4.00 USD	536	2 144.00 USD	1 006 USD	-68.06%
4.50 USD	536	2 412.00 USD	738 USD	-76.57%
5.00 USD	536	2 680.00 USD	470 USD	-85.08%
Poplatky	Výnos 4 540 USD očištění o poplatky	% rozdíl poplatků	Výnos 9 450 USD očištění o poplatky	% rozdíl poplatků
0.00 USD	6 300.00 USD	0.00%	9 450 USD	0.00%
0.50 USD	6 032.00 USD	-4.25%	9 182 USD	-2.84%
1.00 USD	5 764.00 USD	-8.51%	8 914 USD	-5.67%
1.50 USD	5 496.00 USD	-12.76%	8 646 USD	-8.51%
2.00 USD	5 228.00 USD	-17.02%	8 378 USD	-11.34%
2.50 USD	4 960.00 USD	-21.27%	8 110 USD	-14.18%
3.00 USD	4 692.00 USD	-25.52%	7 842 USD	-17.02%
3.50 USD	4 424.00 USD	-29.78%	7 574 USD	-19.85%
4.00 USD	4 156.00 USD	-34.03%	7 306 USD	-22.69%
4.50 USD	3 888.00 USD	-38.29%	7 038 USD	-25.52%
5.00 USD	3 620.00 USD	-42.54%	6 770 USD	-28.36%

Příloha B – 3D grafy, Test 1, Test 2 u indexu FTSE 100

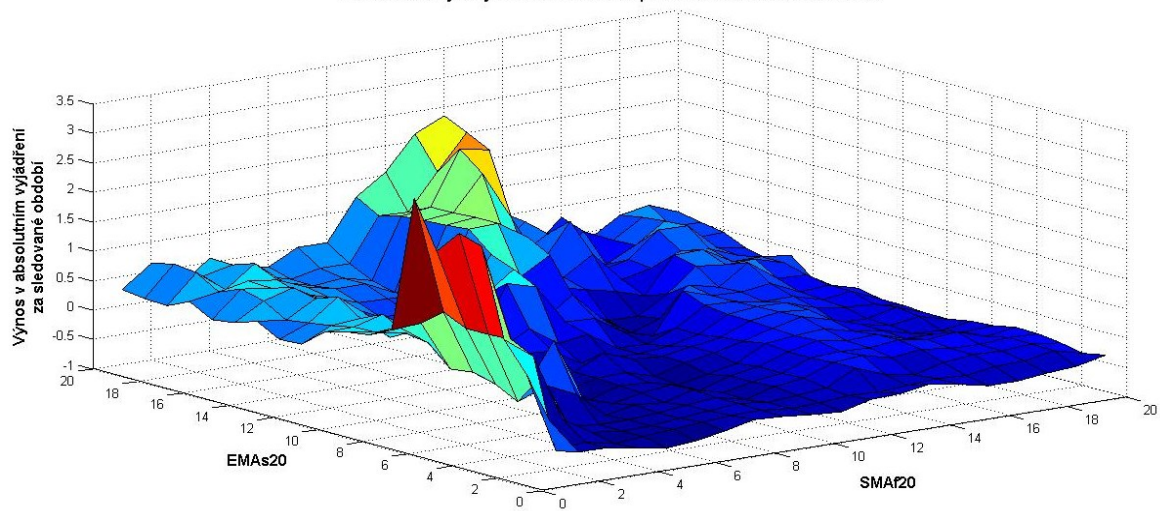
Generované výnosy u indexu FTSE 100 při kombinaci SMAs20 a SMAf20



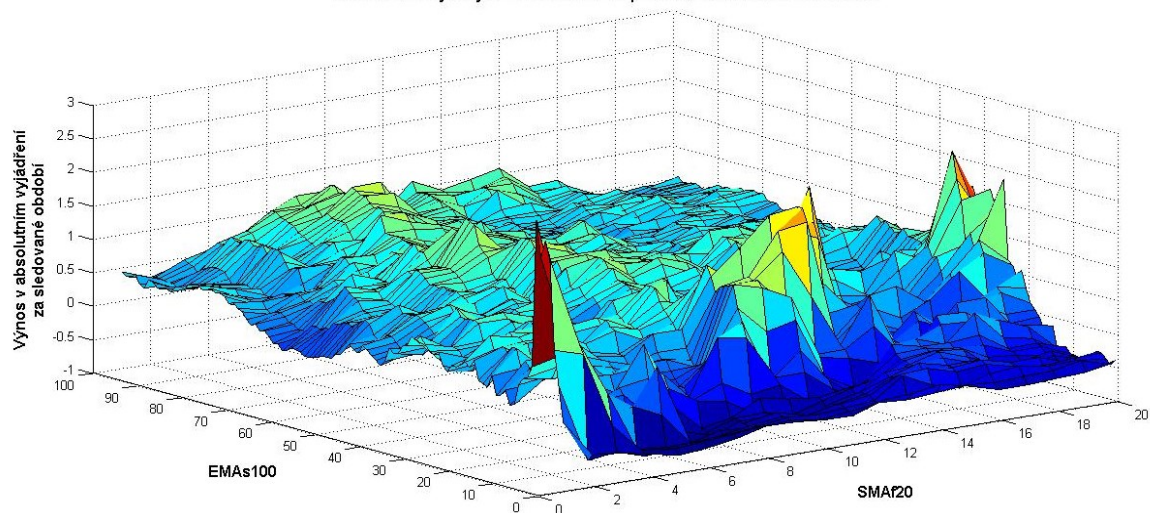
Generované výnosy u indexu FTSE 100 při kombinaci SMAs100 a SMAf20



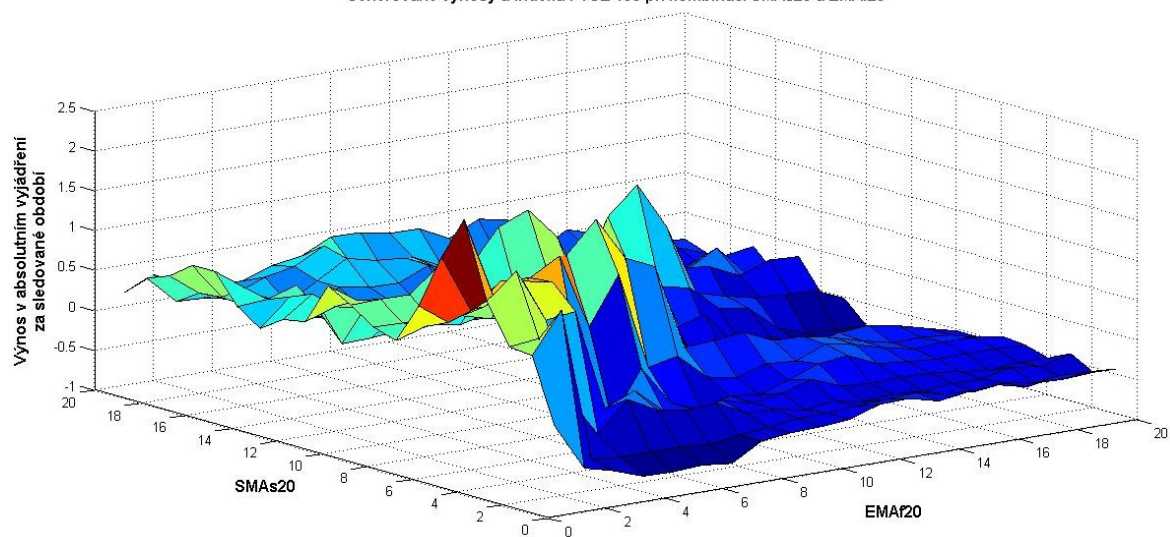
Generované výnosy u indexu FTSE 100 při kombinaci EMAs20 a SMAf20



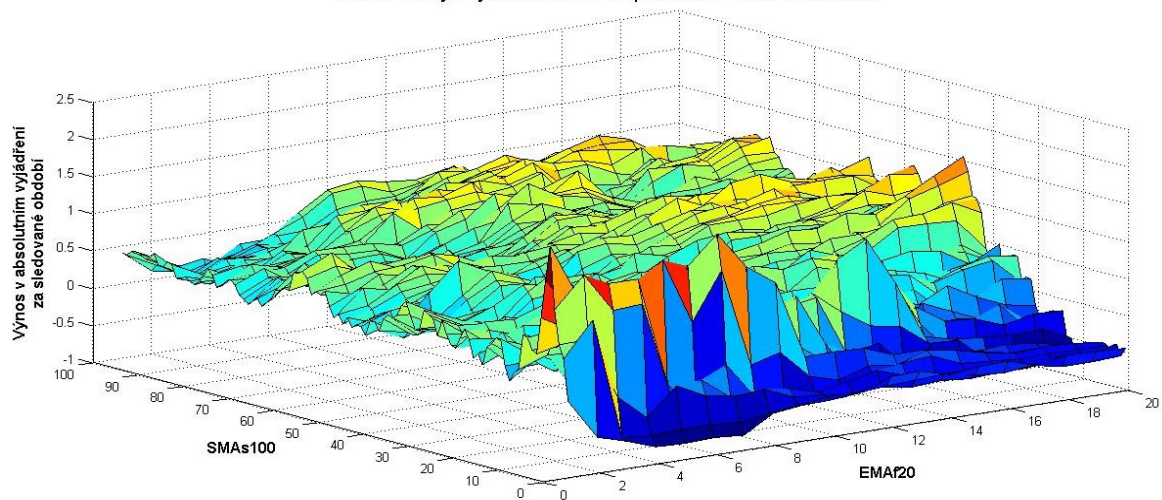
Generované výnosy u indexu FTSE 100 při kombinaci EMAs100 a SMAf20



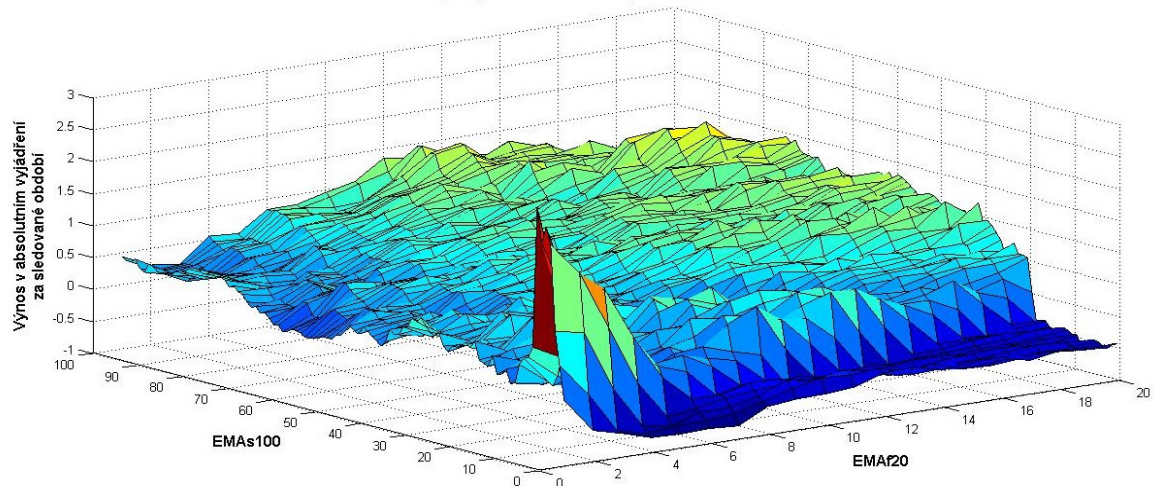
Generované výnosy u indexu FTSE 100 při kombinaci SMAs20 a EMAf20



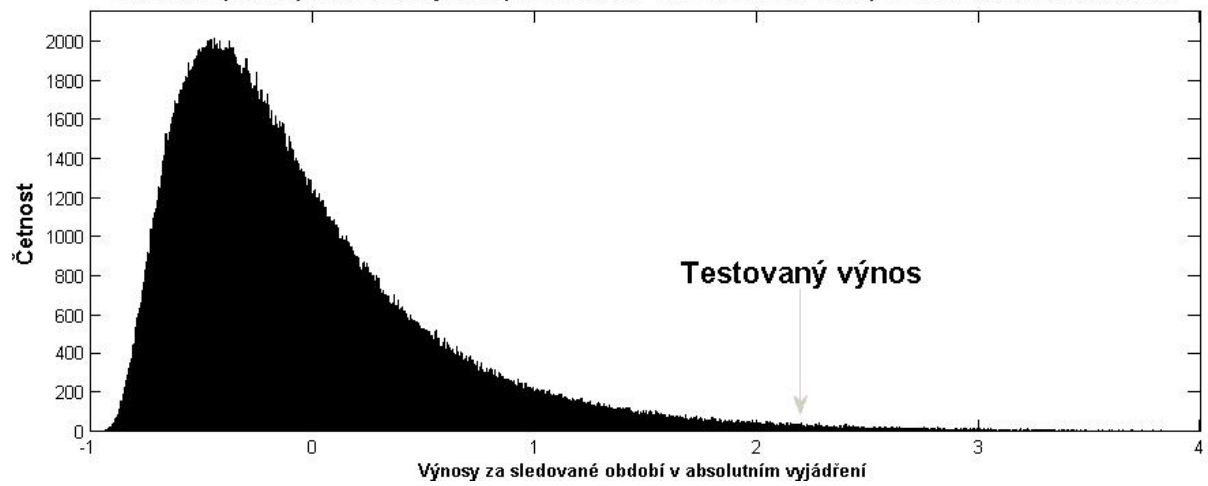
Generované výnosy u indexu FTSE 100 při kombinaci SMAs100 a SMAf20



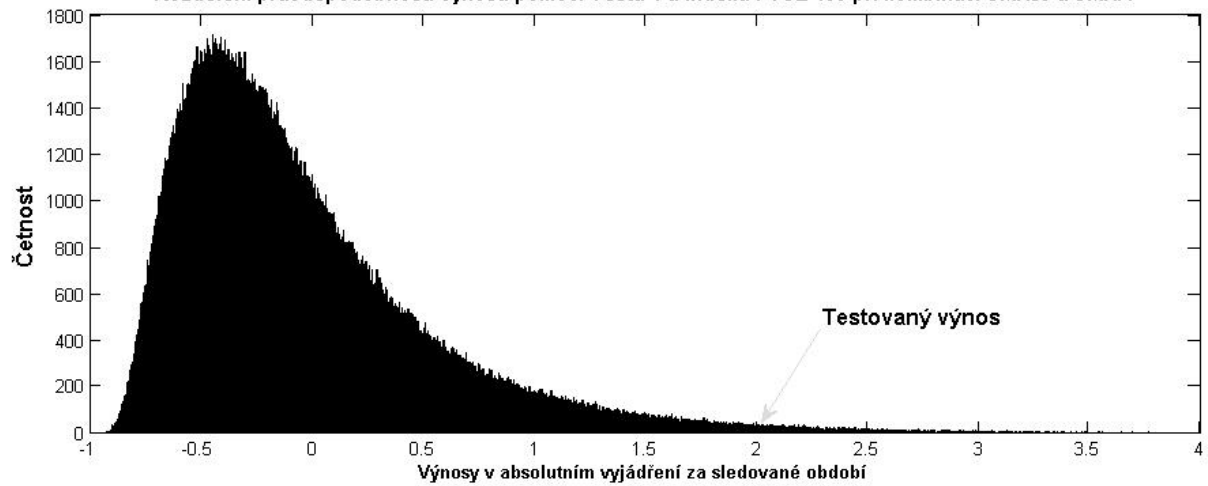
Generované výnosy u indexu FTSE 100 při kombinaci EMAs100 a EMAf20

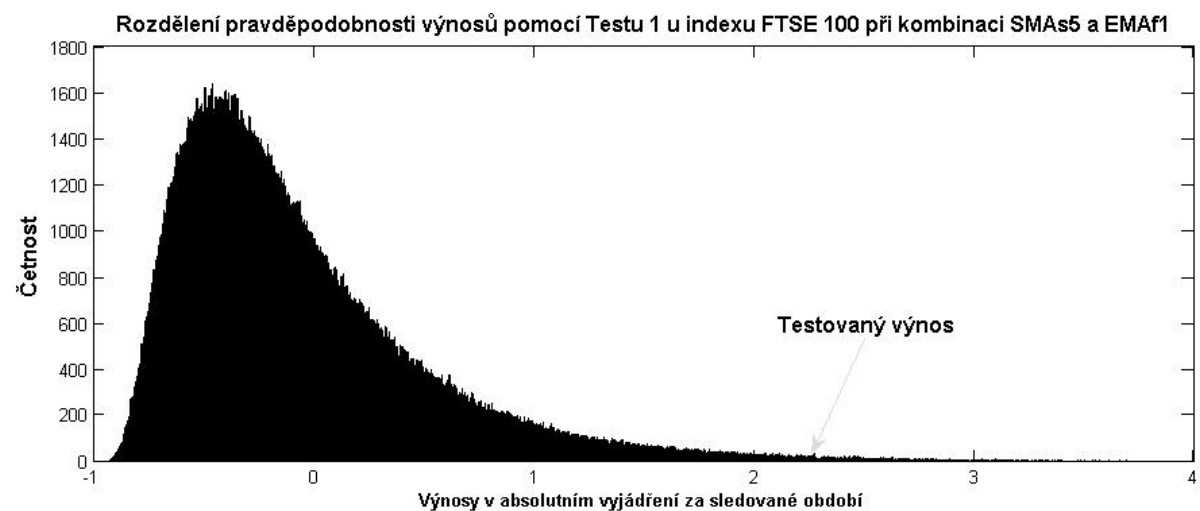
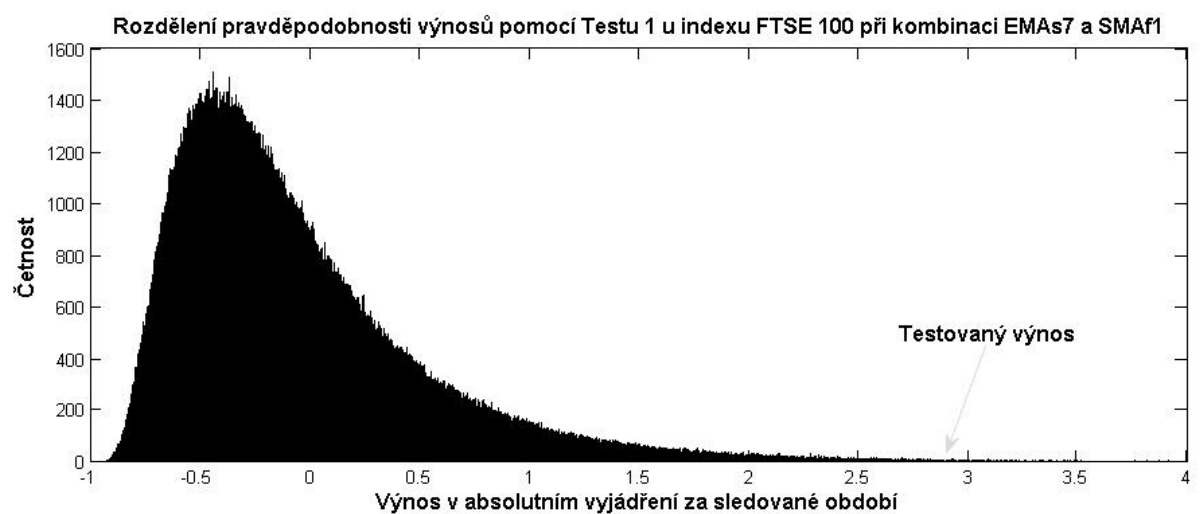
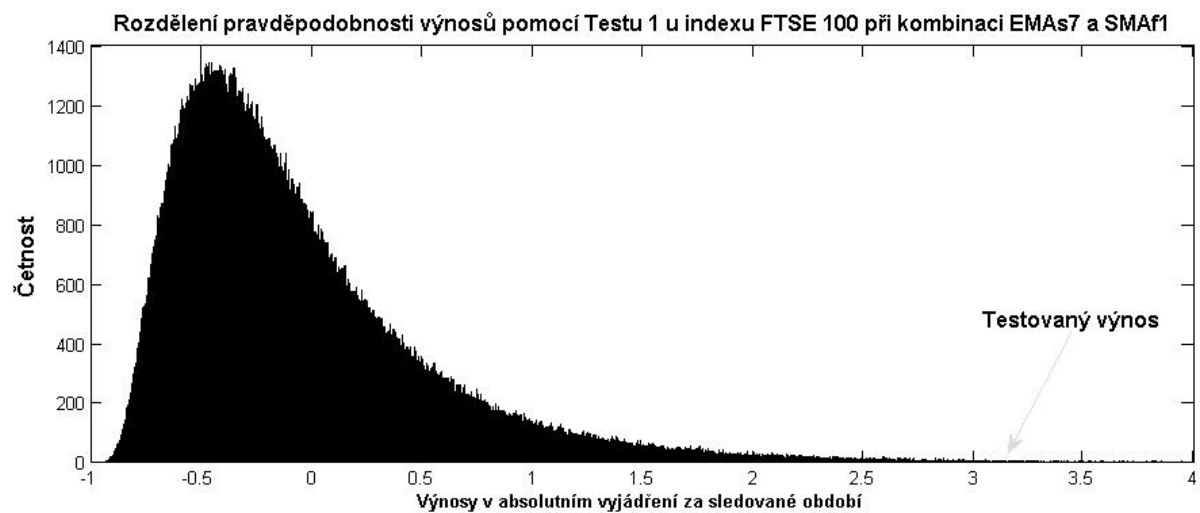


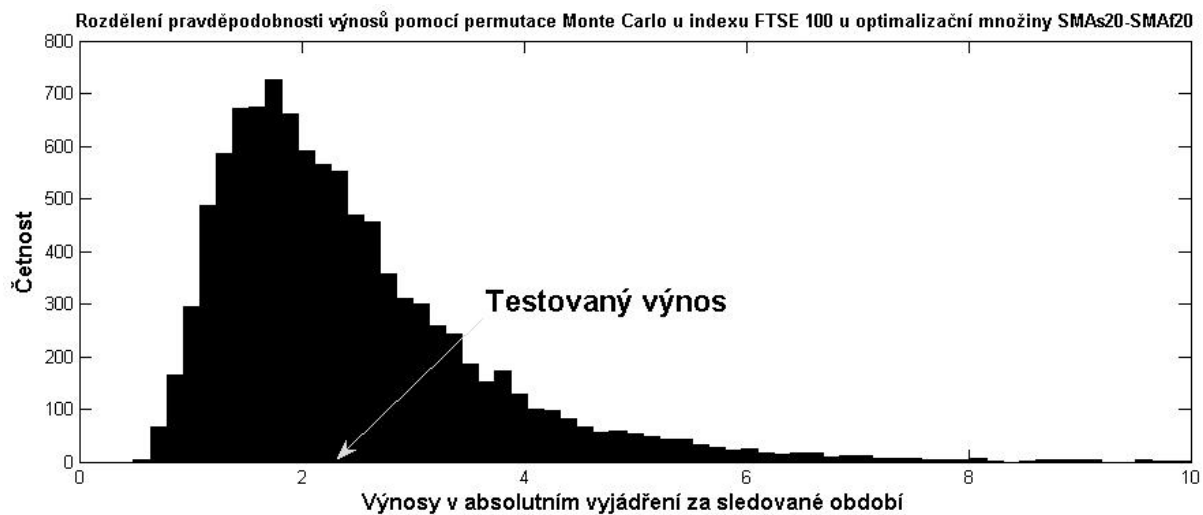
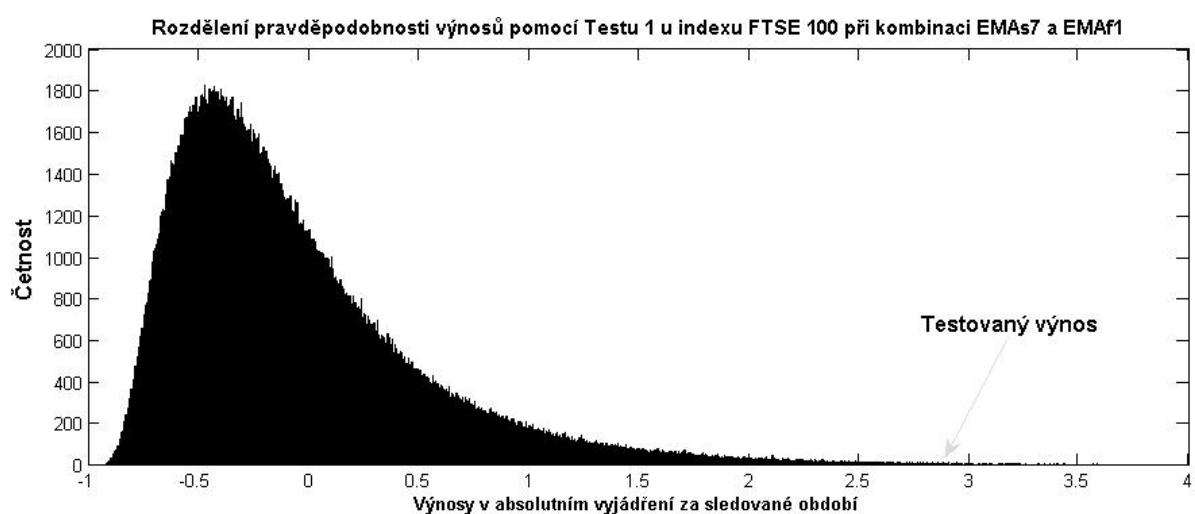
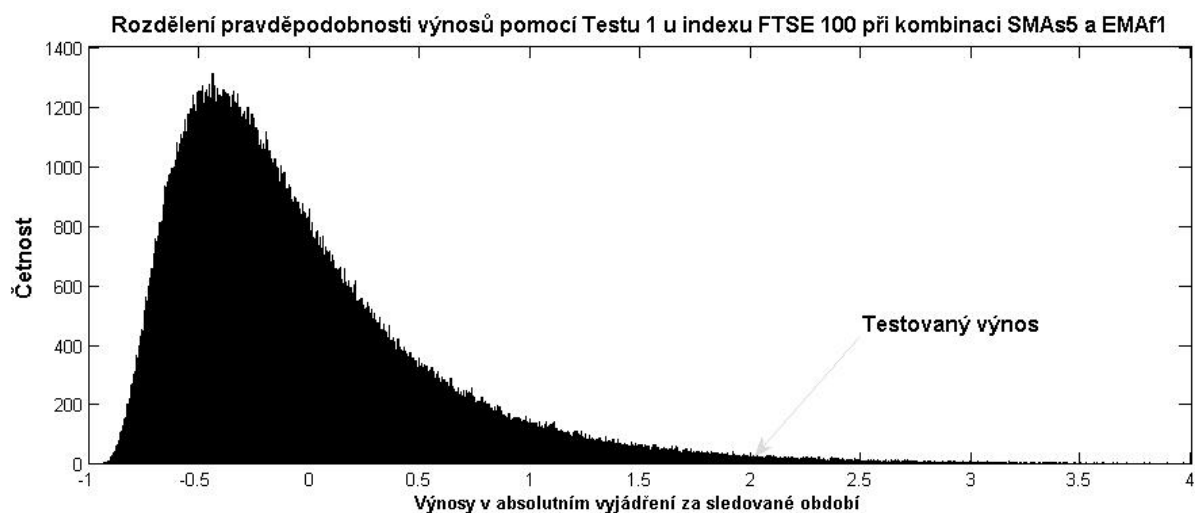
Rozdělení pravděpodobnosti výnosů pomocí Testu 1 u indexu FTSE 100 při kombinaci SMAs5 a SMAf1

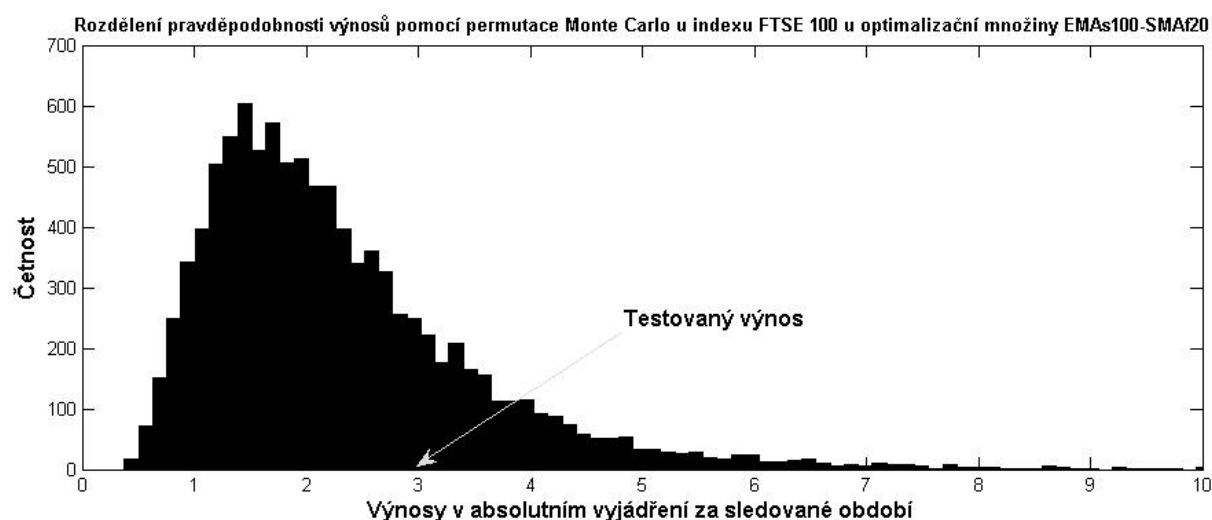
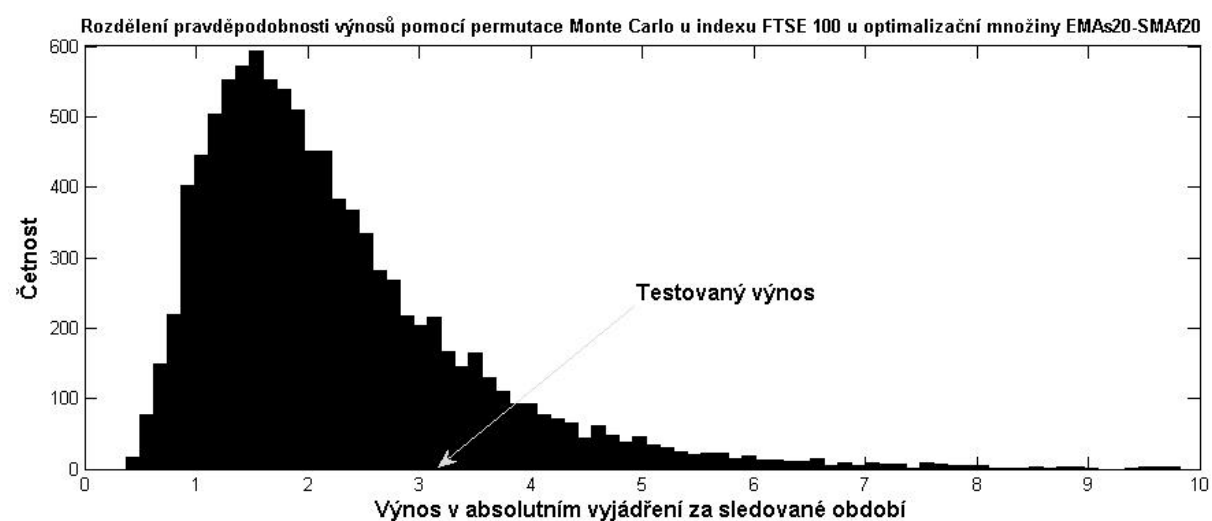
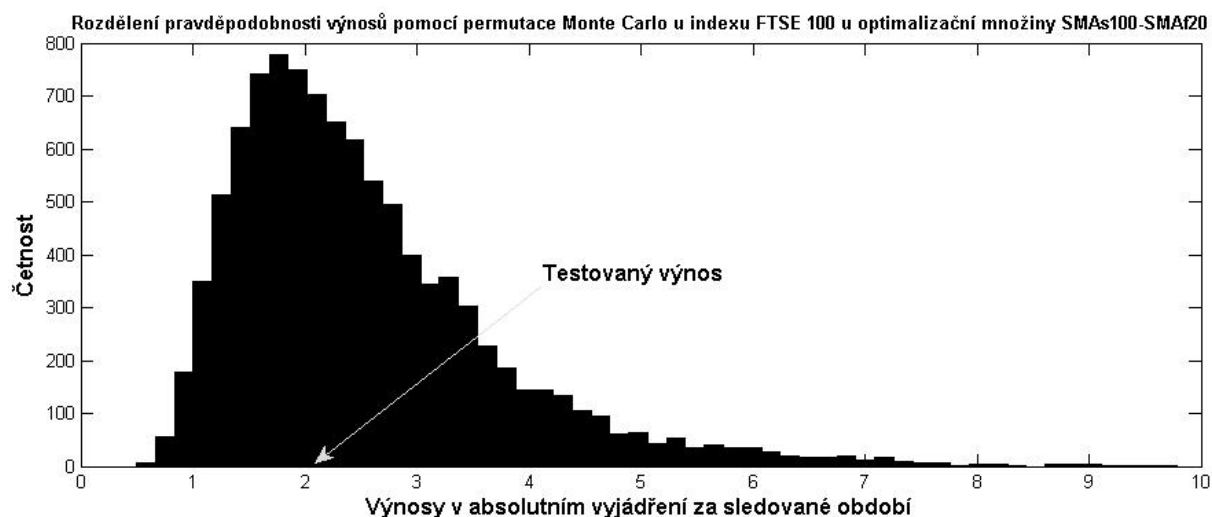


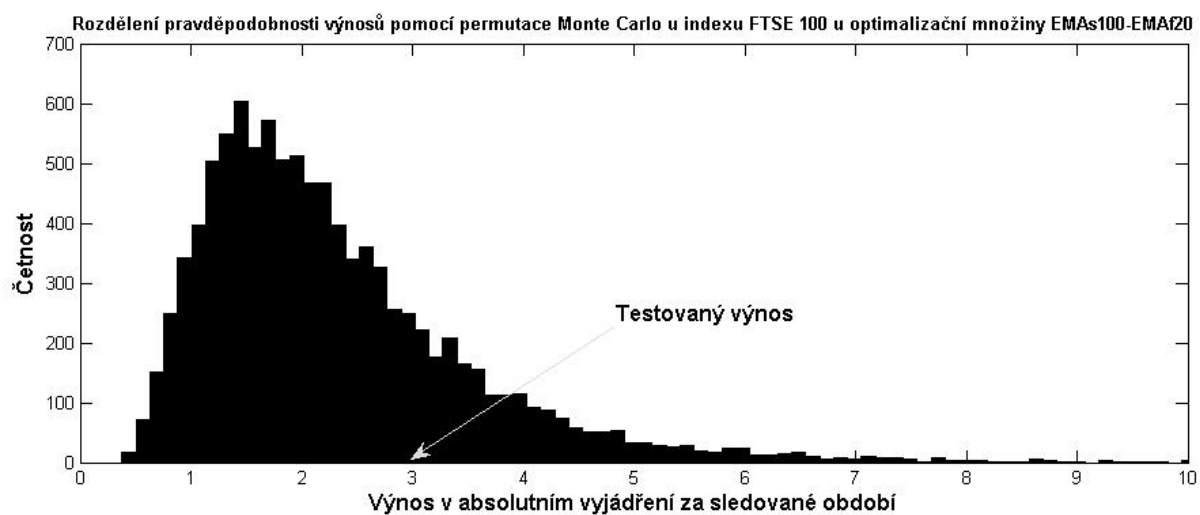
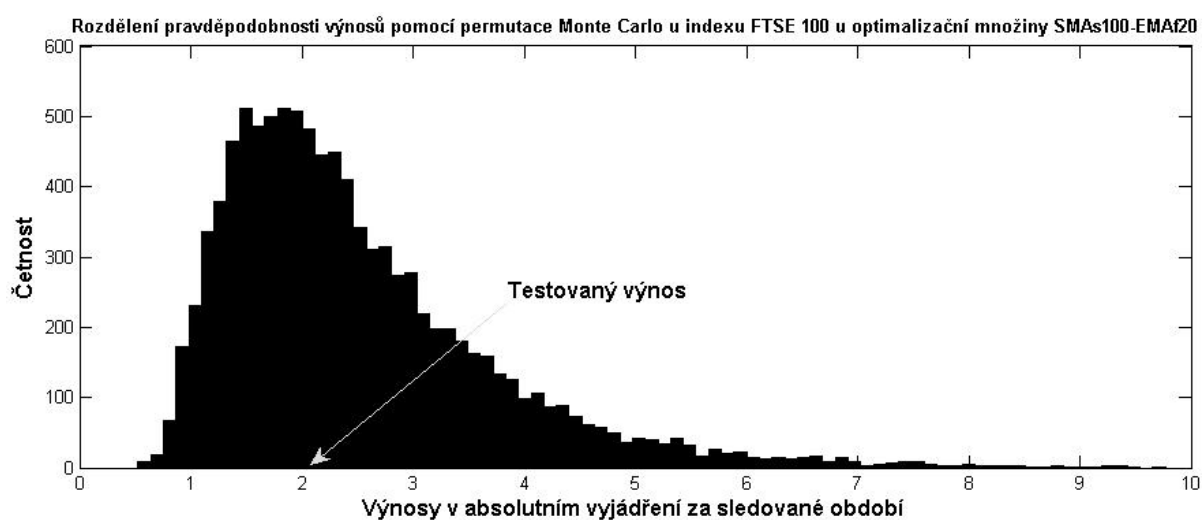
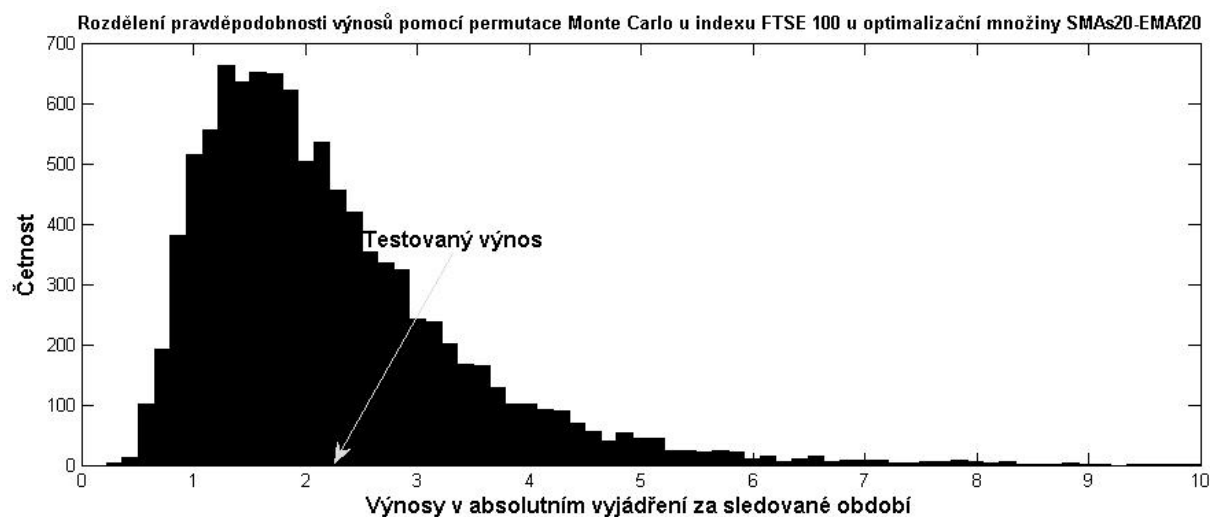
Rozdělení pravděpodobnosti výnosů pomocí Testu 1 u indexu FTSE 100 při kombinaci SMAs5 a SMAf1







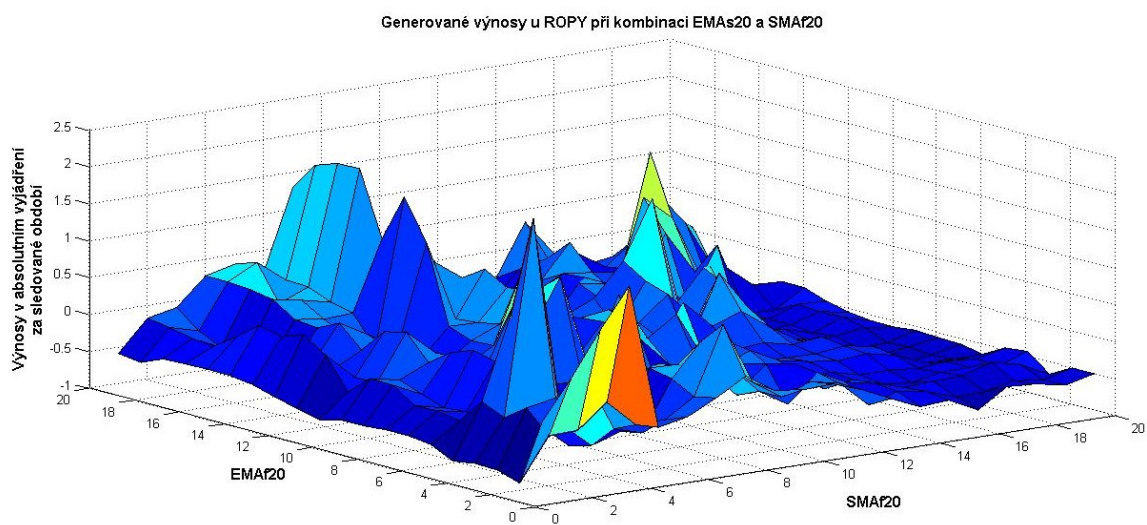
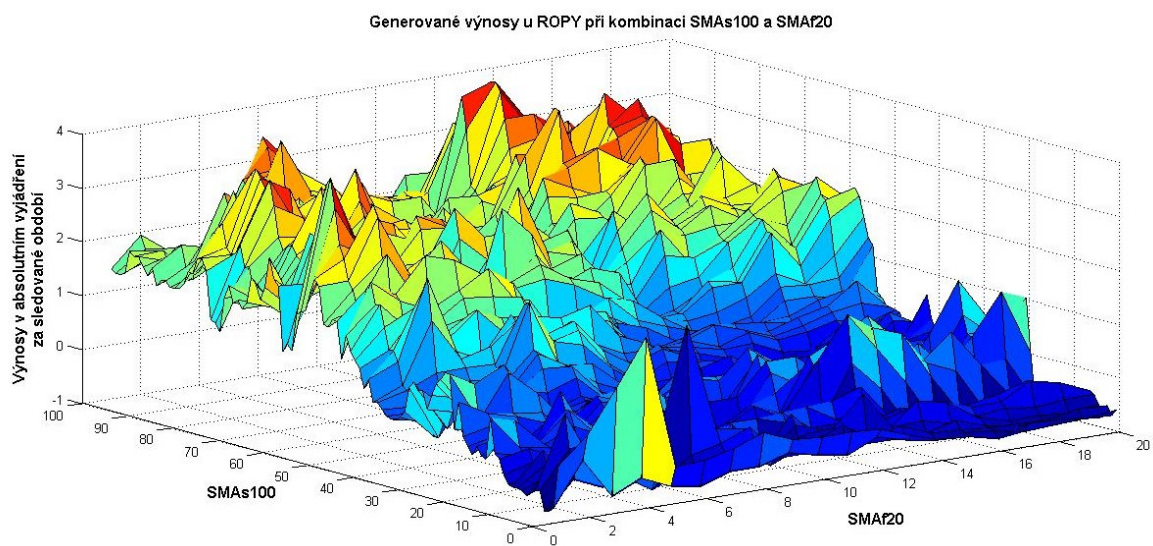
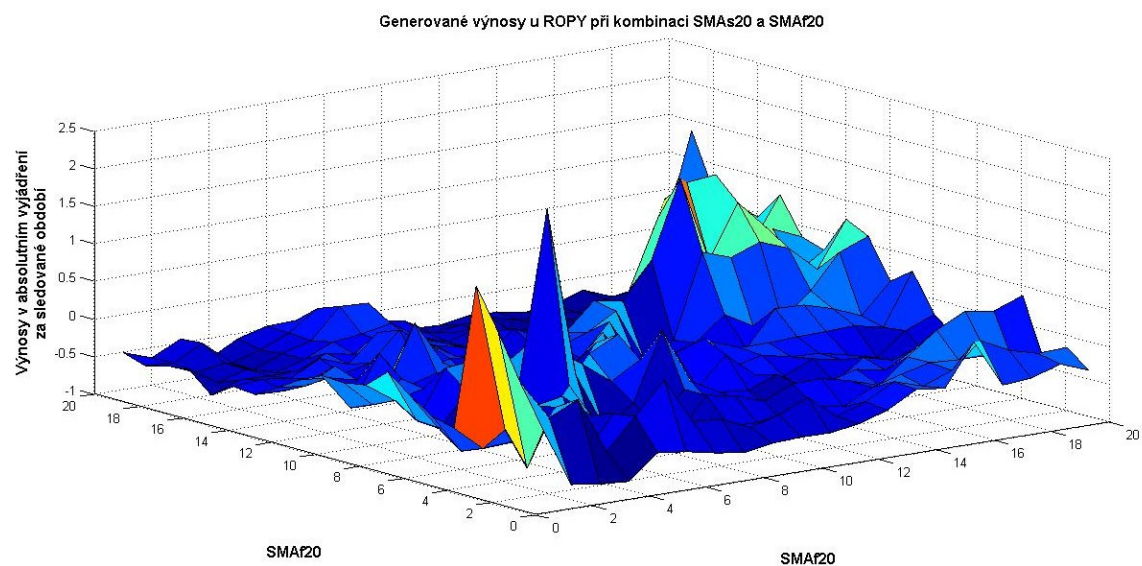




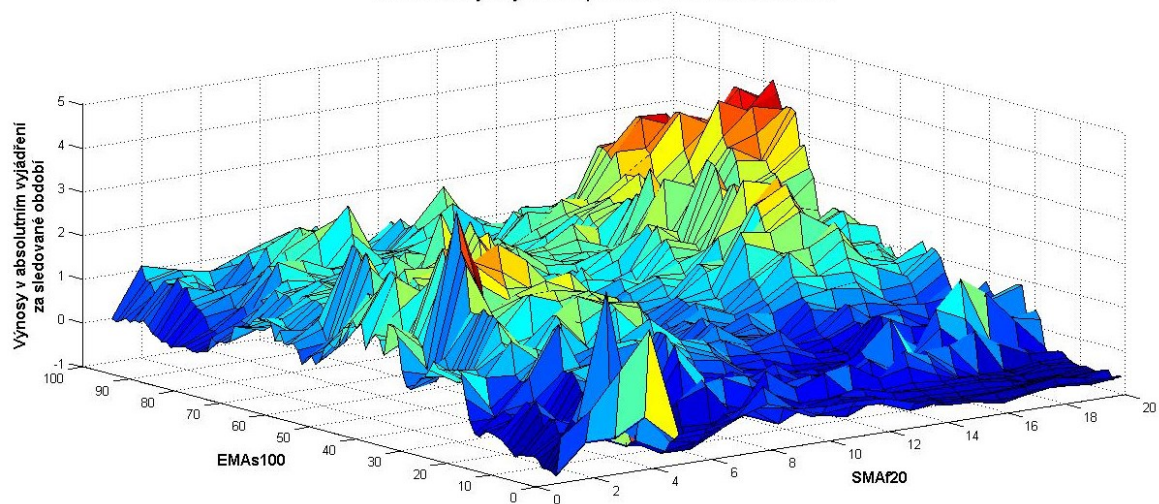
Příloha C – Vliv poplatků a vstupního kapitálu na kumulovaný výnos u ROPY

Vliv poplatků na výnos při kombinaci EMAs42 a EMaf3				
Počet změn pozic	87	87	87	
Vstupní kapitál	1 000 USD	2 000 USD	3 000 USD	
Výnos bez vstupního kapitálu	428.91%	428.91%	428.91%	
Výnos se vstupním kapitálem	4 289 USD	8 578 USD	12 867 USD	
Poplatky	Počet změn pozic	Celkový poplatek	Výnos 3 150 očištění o poplatky	% rozdíl poplatků
0.00 USD	87	0.00 USD	4 289 USD	0.00%
0.50 USD	87	43.50 USD	4 246 USD	-1.01%
1.00 USD	87	87.00 USD	4 202 USD	-2.03%
1.50 USD	87	130.50 USD	4 159 USD	-3.04%
2.00 USD	87	174.00 USD	4 115 USD	-4.06%
2.50 USD	87	217.50 USD	4 072 USD	-5.07%
3.00 USD	87	261.00 USD	4 028 USD	-6.09%
3.50 USD	87	304.50 USD	3 985 USD	-7.10%
4.00 USD	87	348.00 USD	3 941 USD	-8.11%
4.50 USD	87	391.50 USD	3 898 USD	-9.13%
5.00 USD	87	435.00 USD	3 854 USD	-10.14%
Poplatky	Výnos 4 540 USD očištění o poplatky	% rozdíl poplatků	Výnos 9 450 USD očištění o poplatky	% rozdíl poplatků
0.00 USD	8 578.20 USD	0.00%	12 867 USD	0.00%
0.50 USD	8 534.70 USD	-0.51%	12 824 USD	-0.34%
1.00 USD	8 491.20 USD	-1.01%	12 780 USD	-0.68%
1.50 USD	8 447.70 USD	-1.52%	12 737 USD	-1.01%
2.00 USD	8 404.20 USD	-2.03%	12 693 USD	-1.35%
2.50 USD	8 360.70 USD	-2.54%	12 650 USD	-1.69%
3.00 USD	8 317.20 USD	-3.04%	12 606 USD	-2.03%
3.50 USD	8 273.70 USD	-3.55%	12 563 USD	-2.37%
4.00 USD	8 230.20 USD	-4.06%	12 519 USD	-2.70%
4.50 USD	8 186.70 USD	-4.56%	12 476 USD	-3.04%
5.00 USD	8 143.20 USD	-5.07%	12 432 USD	-3.38%

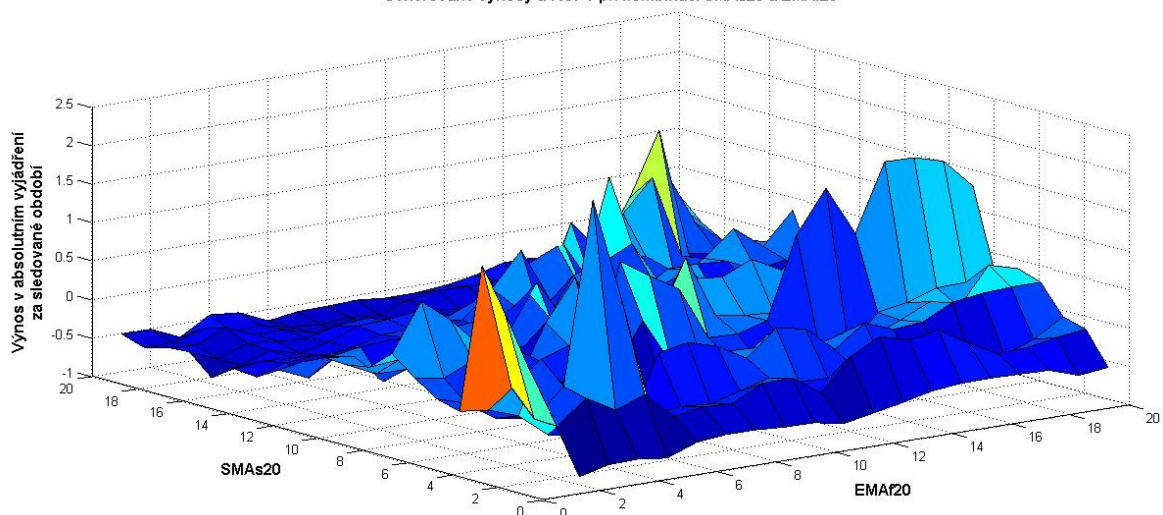
Příloha D – 3D grafy, Test 1, Test 2 u ROPY



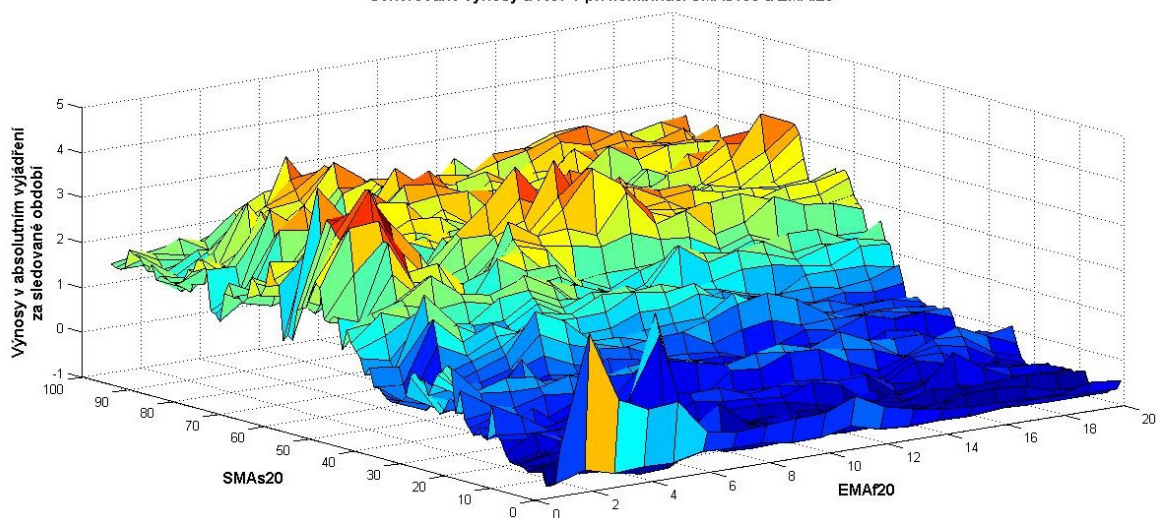
Generované výnosy u ROPY při kombinaci EMAs100 a SMAf20



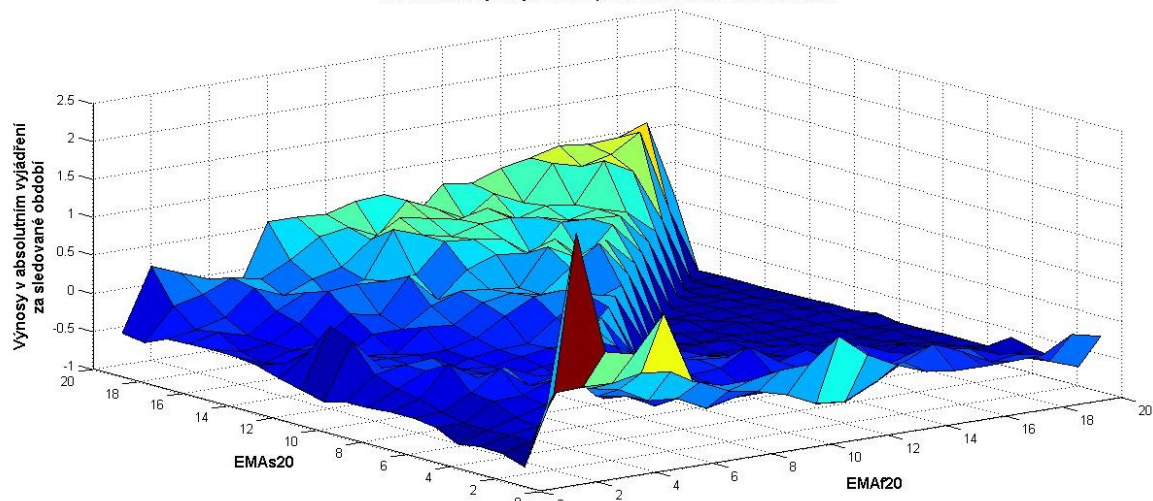
Generované výnosy u ROPY při kombinaci SMAs20 a EMAf20



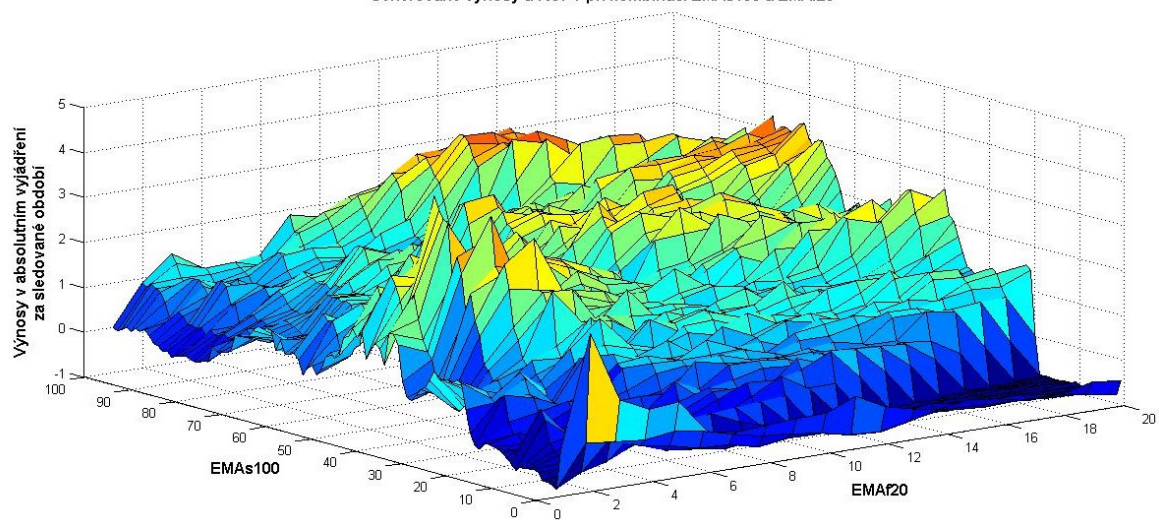
Generované výnosy u ROPY při kombinaci SMAs100 a EMAf20



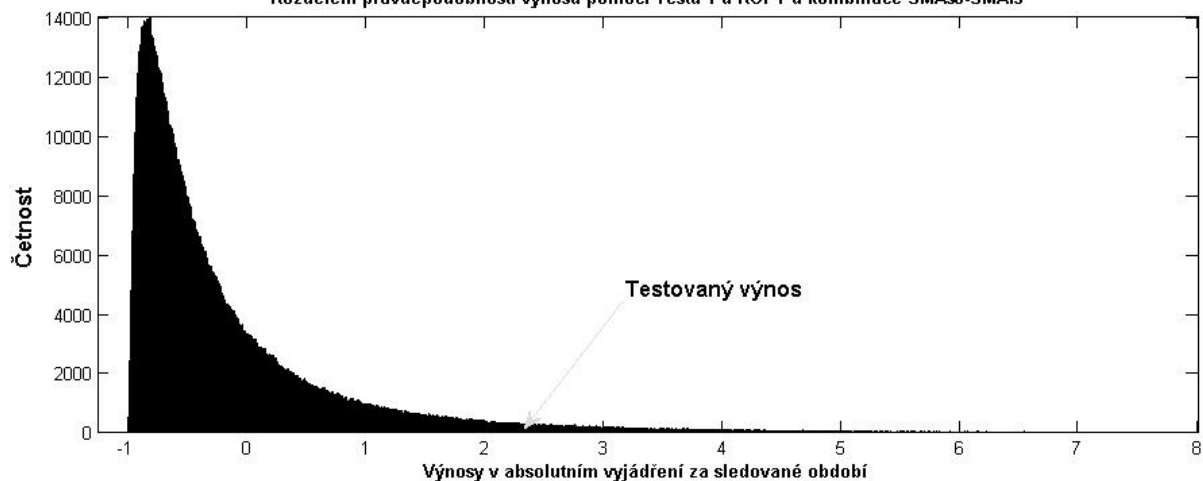
Generované výnosy u ROPY při kombinaci EMAs20 a EMAf20

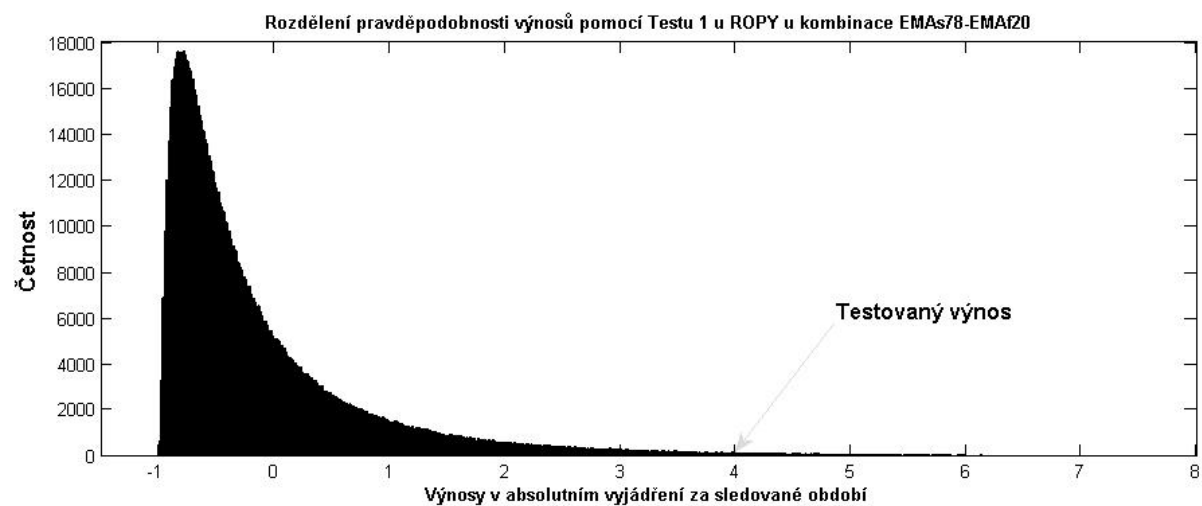
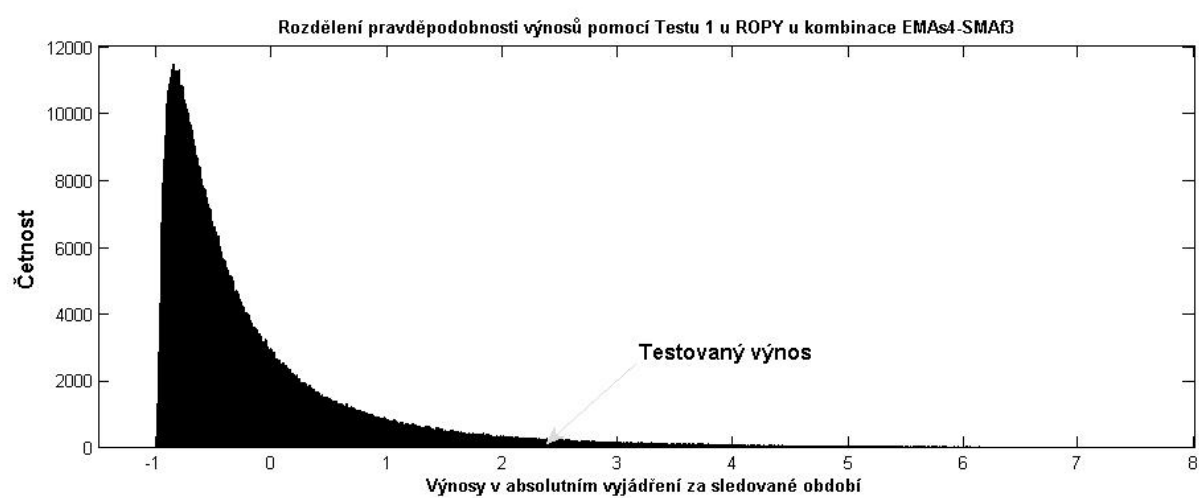
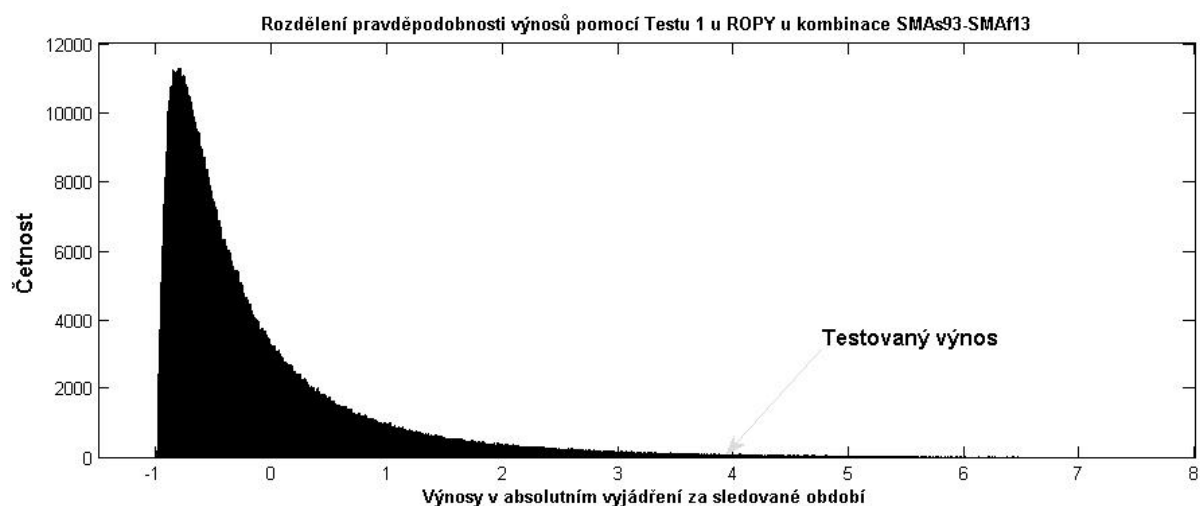


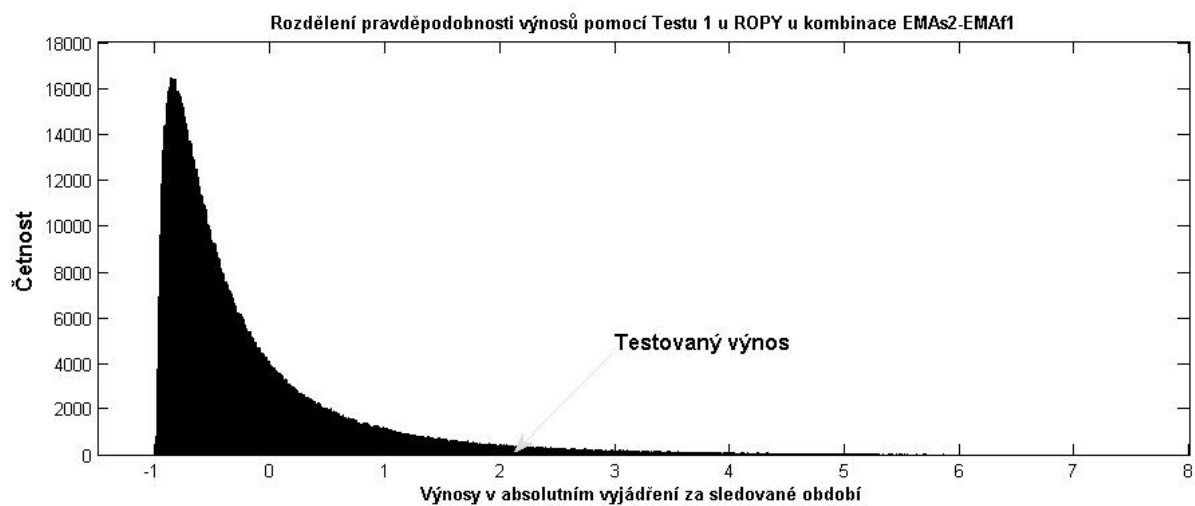
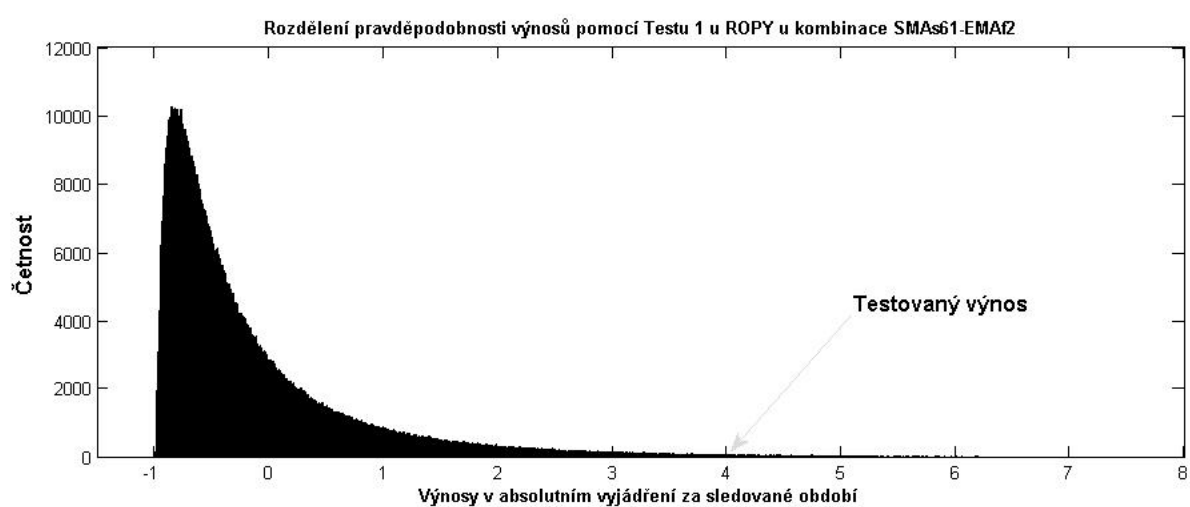
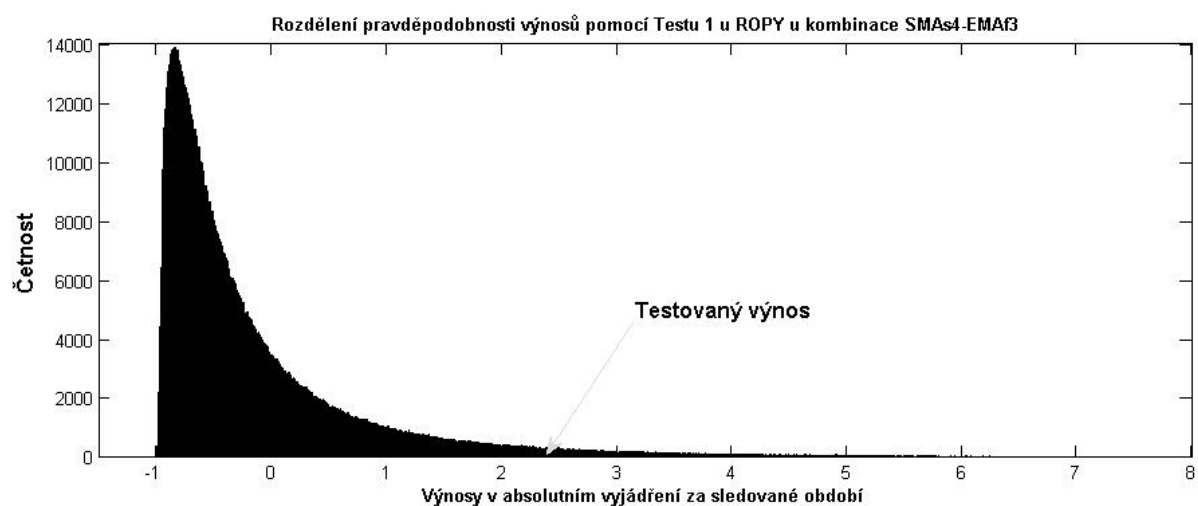
Generované výnosy u ROPY při kombinaci EMAs100 a EMAf20

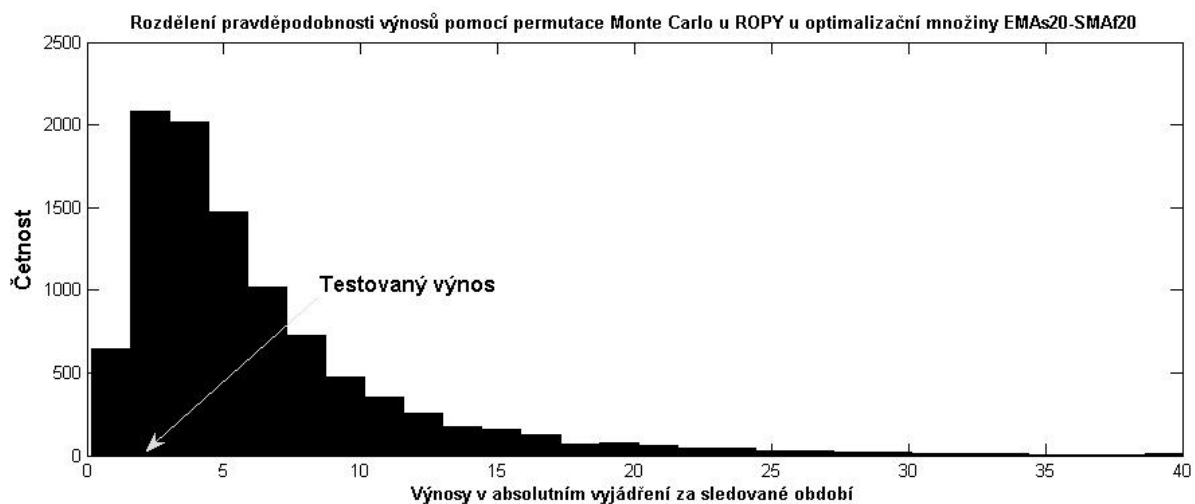
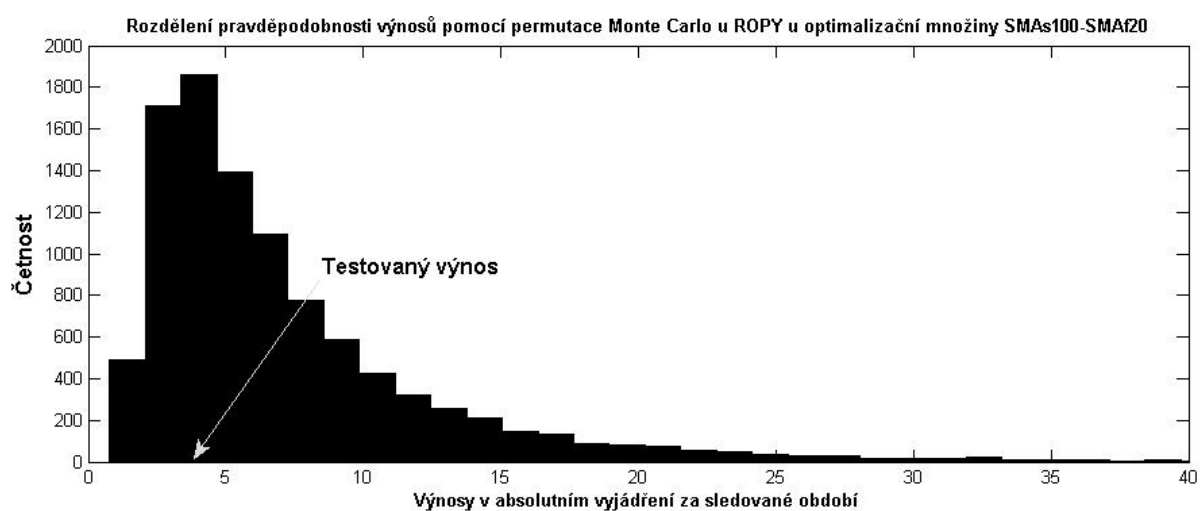
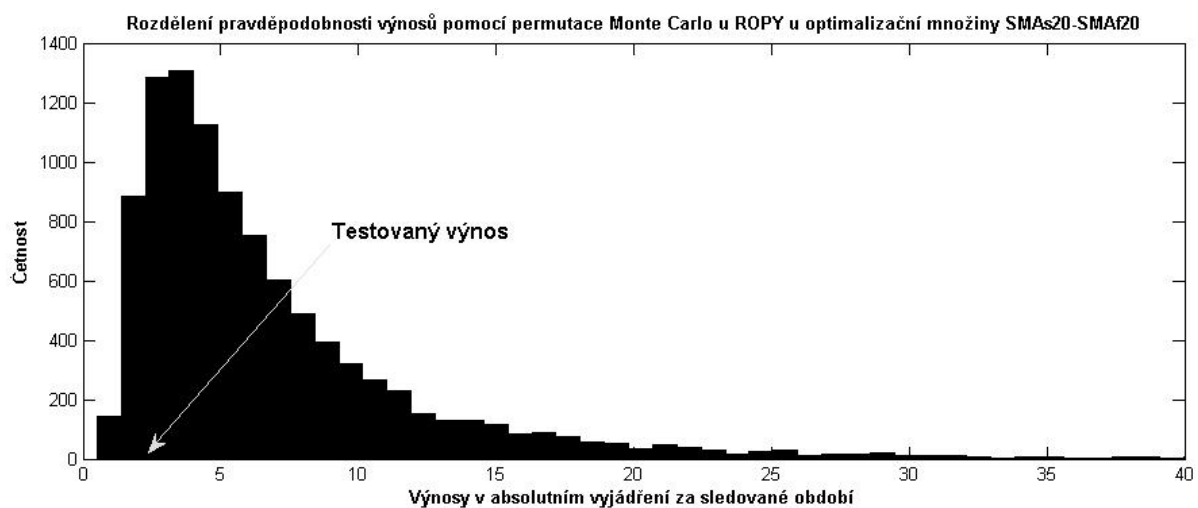


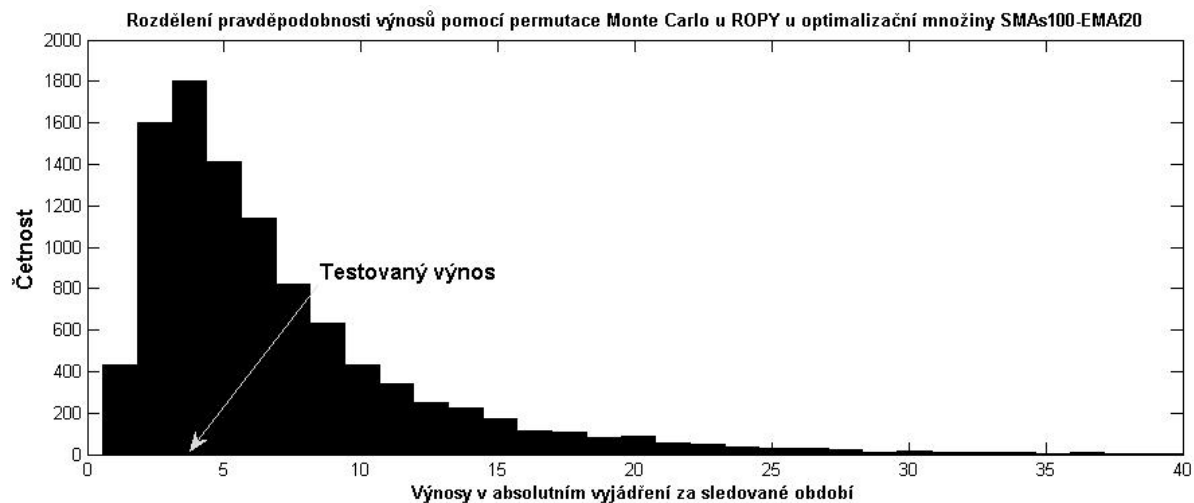
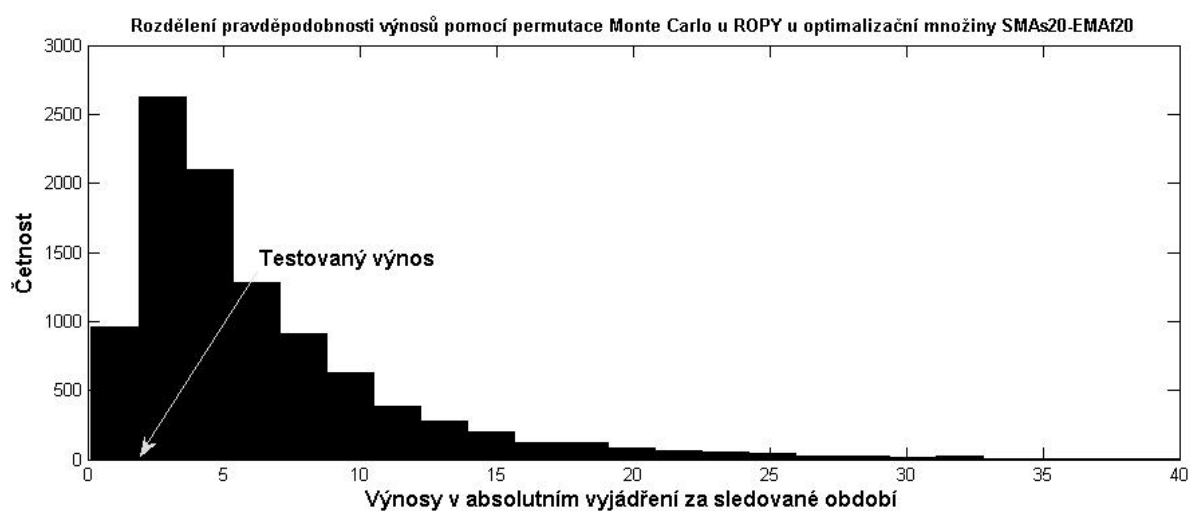
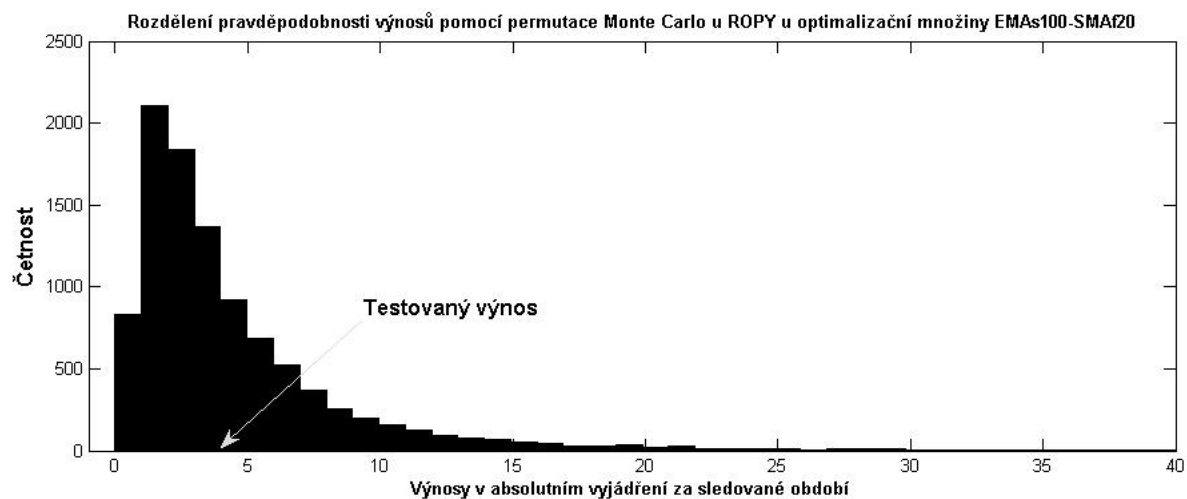
Rozdělení pravděpodobnosti výnosů pomocí Testu 1 u ROPY u kombinace SMA5-SMAf5

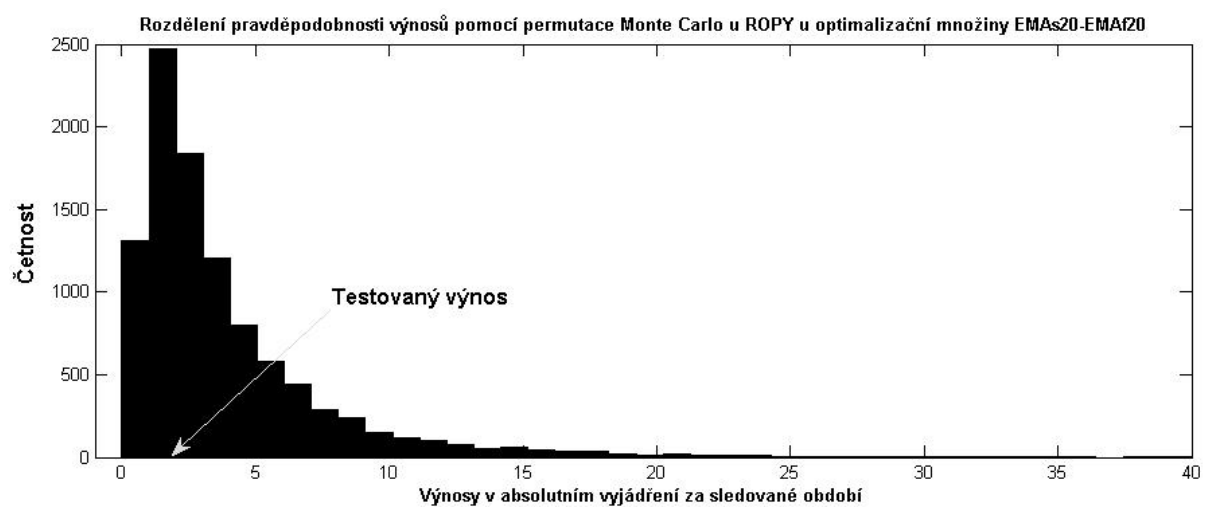










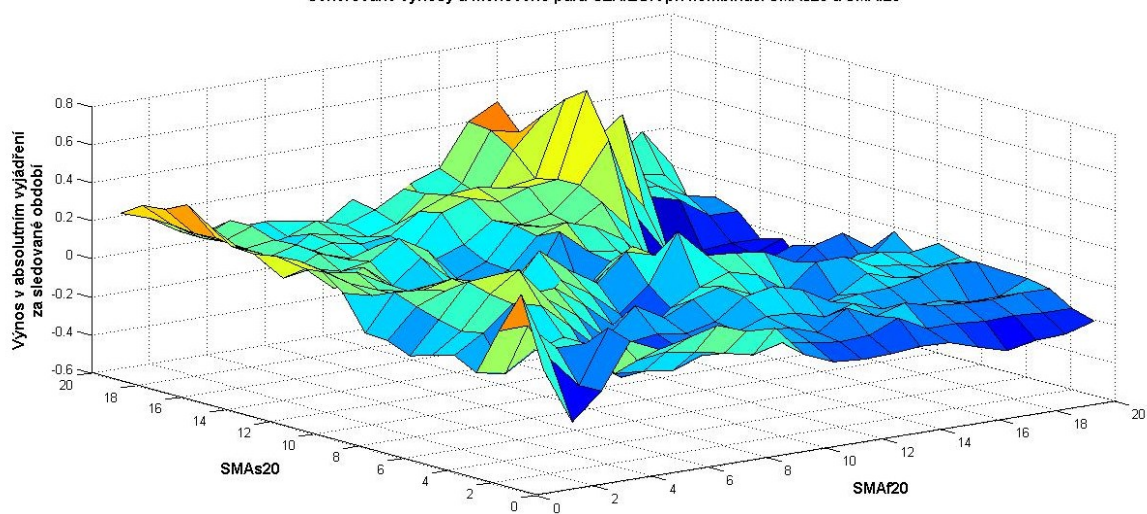


Příloha E – Vliv poplatků a vstupního kapitálu na kumulovaný výnos u měnového páru CZK/EUR

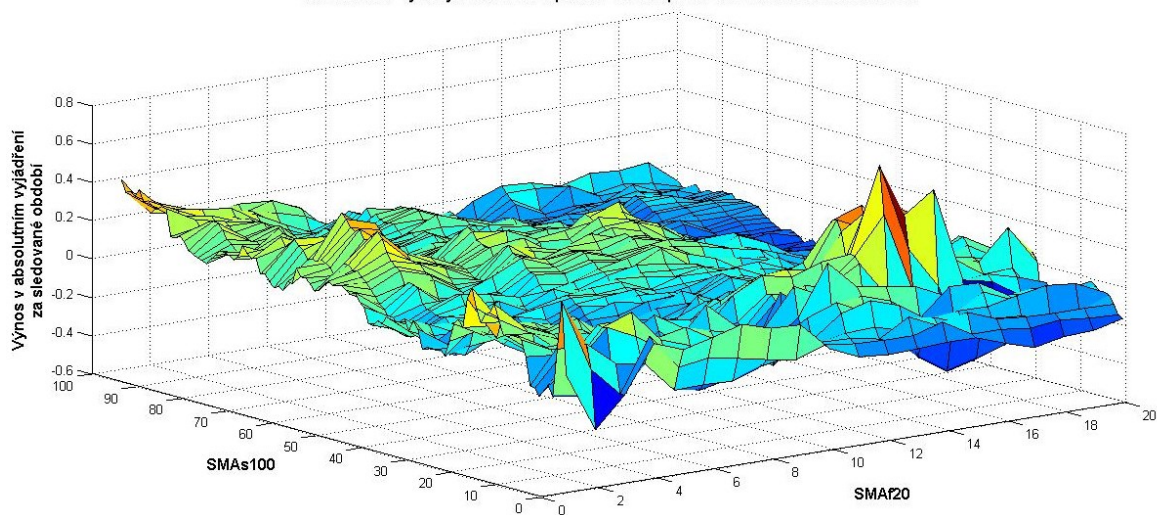
Vliv poplatků na výnos při kombinaci SMAs 17 a EMAf 17				
Počet změn pozic		219	219	219
Vstupní kapitál		1 000 USD	2 000 USD	3 000 USD
Výnos bez vstupního kapitálu		81.08%	81.08%	81.08%
Výnos se vstupním kapitálem		811 USD	1 622 USD	2 432 USD
Poplatky	Počet změn pozic	Celkový poplatek	Výnos 3 150 očištění o poplatky	% rozdíl poplatků
0.00 USD	219	0.00 USD	811 USD	0.00%
0.50 USD	219	109.50 USD	701 USD	-13.51%
1.00 USD	219	219.00 USD	592 USD	-27.01%
1.50 USD	219	328.50 USD	482 USD	-40.52%
2.00 USD	219	438.00 USD	373 USD	-54.02%
2.50 USD	219	547.50 USD	263 USD	-67.53%
3.00 USD	219	657.00 USD	154 USD	-81.03%
3.50 USD	219	766.50 USD	44 USD	-94.54%
4.00 USD	219	876.00 USD	-65 USD	-108.04%
4.50 USD	219	985.50 USD	-175 USD	-121.55%
5.00 USD	219	1 095.00 USD	-284 USD	-135.05%
Poplatky	Výnos 4 540 USD očištění o poplatky	% rozdíl poplatků	Výnos 9 450 USD očištění o poplatky	% rozdíl poplatků
0.00 USD	1 621.60 USD	0.00%	2 432 USD	0.00%
0.50 USD	1 512.10 USD	-6.75%	2 323 USD	-4.50%
1.00 USD	1 402.60 USD	-13.51%	2 213 USD	-9.00%
1.50 USD	1 293.10 USD	-20.26%	2 104 USD	-13.51%
2.00 USD	1 183.60 USD	-27.01%	1 994 USD	-18.01%
2.50 USD	1 074.10 USD	-33.76%	1 885 USD	-22.51%
3.00 USD	964.60 USD	-40.52%	1 775 USD	-27.01%
3.50 USD	855.10 USD	-47.27%	1 666 USD	-31.51%
4.00 USD	745.60 USD	-54.02%	1 556 USD	-36.01%
4.50 USD	636.10 USD	-60.77%	1 447 USD	-40.52%
5.00 USD	526.60 USD	-67.53%	1 337 USD	-45.02%

Příloha F – 3D grafy, Test 1, Test 2 u měnového páru CZK/EUR

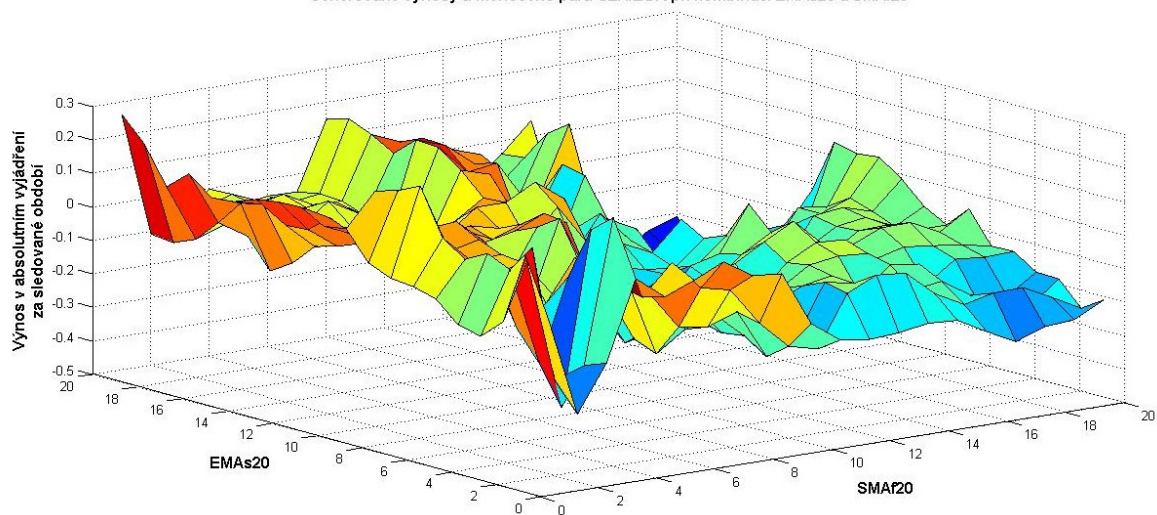
Generované výnosy u měnového páru CZK/EUR při kombinaci SMAs20 a SMAf20



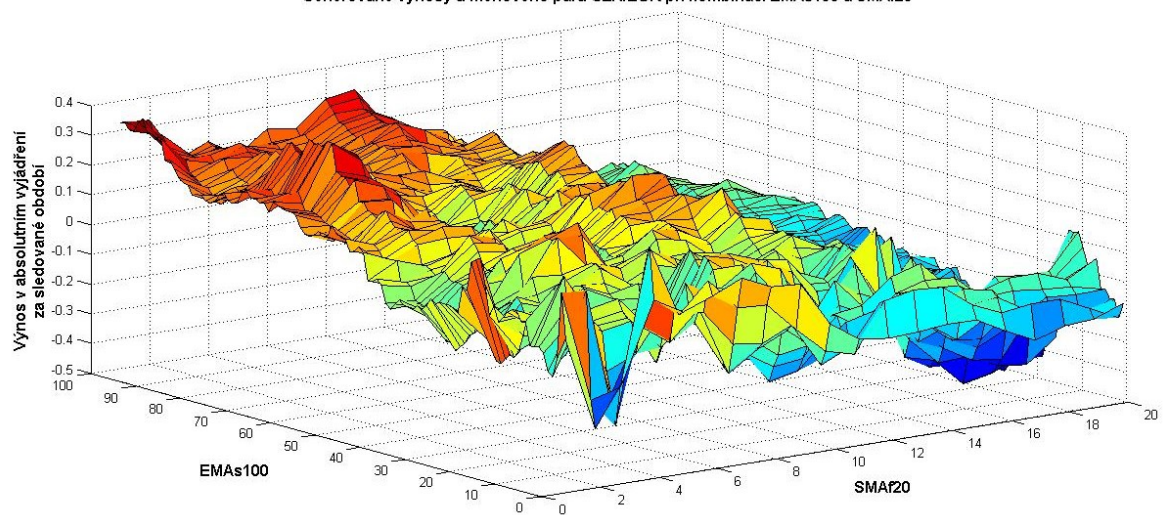
Generované výnosy u měnového páru CZK/EUR při kombinaci SMAs100 a SMAf20



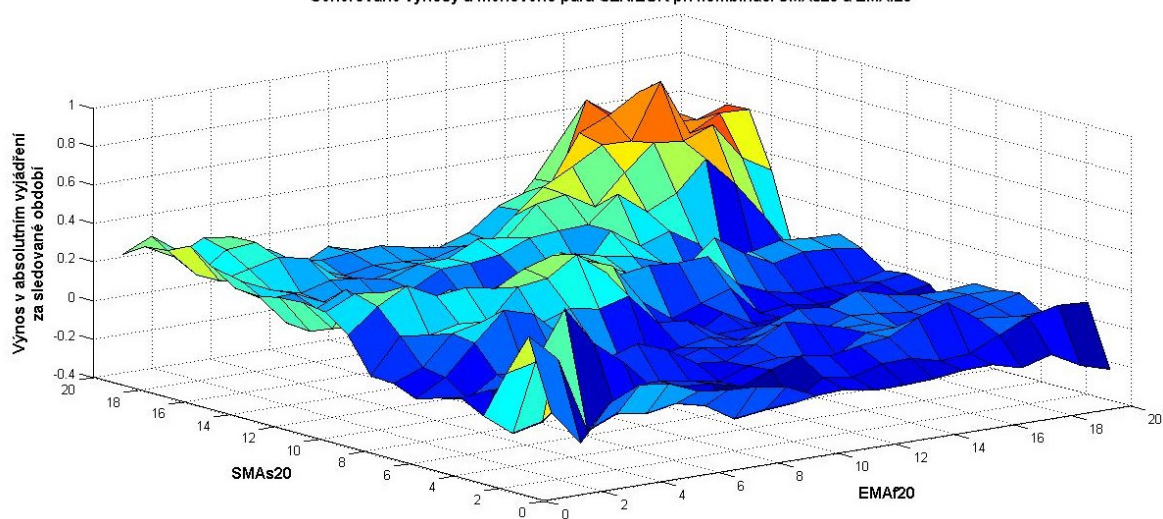
Generované výnosy u měnového páru CZK/EUR při kombinaci EMAs20 a SMAf20



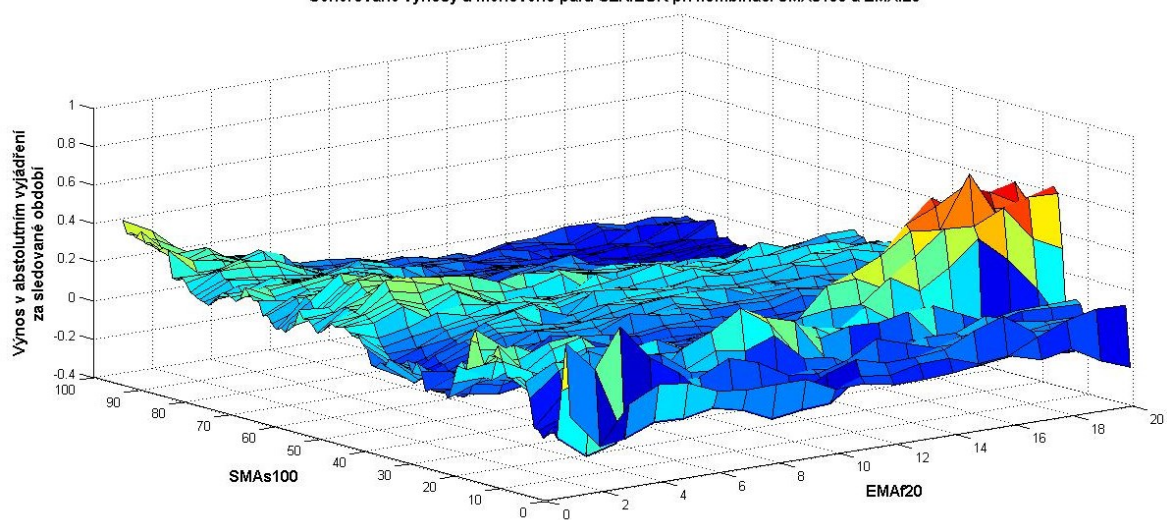
Generované výnosy u měnového páru CZK/EUR při kombinaci EMAs100 a SMAf20



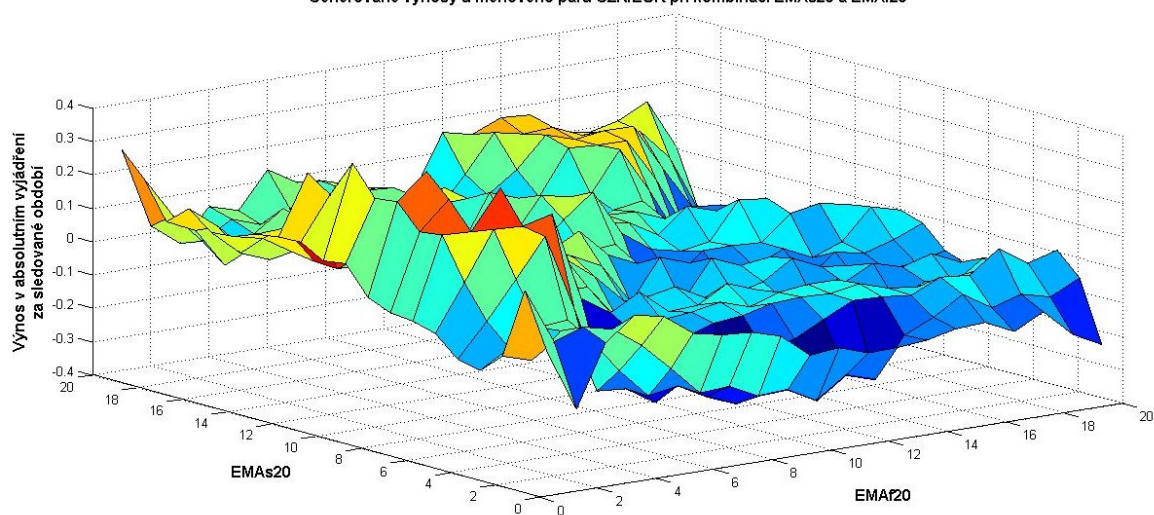
Generované výnosy u měnového páru CZK/EUR při kombinaci SMAs20 a EMAf20



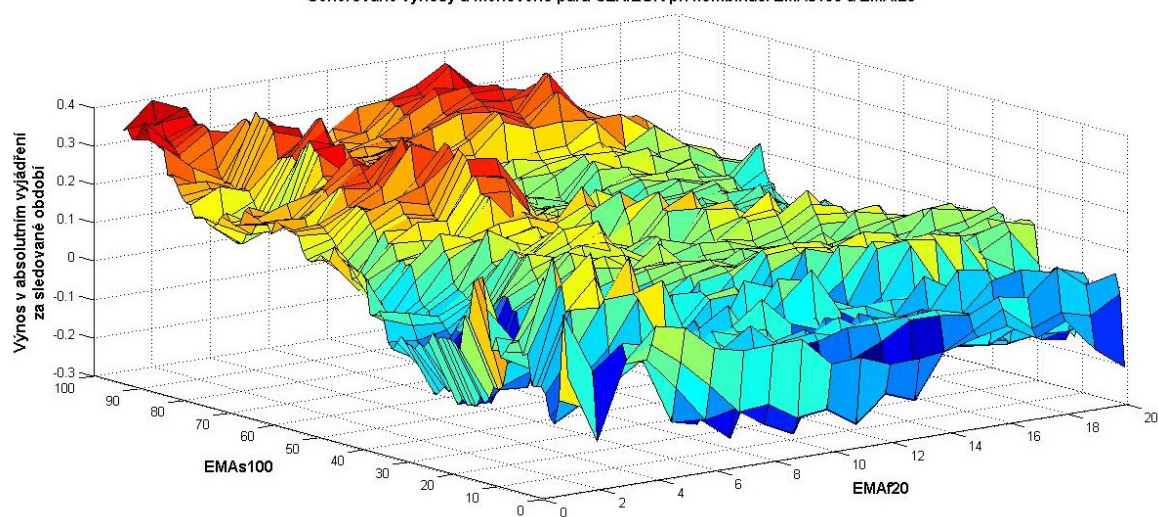
Generované výnosy u měnového páru CZK/EUR při kombinaci SMAs100 a EMAf20



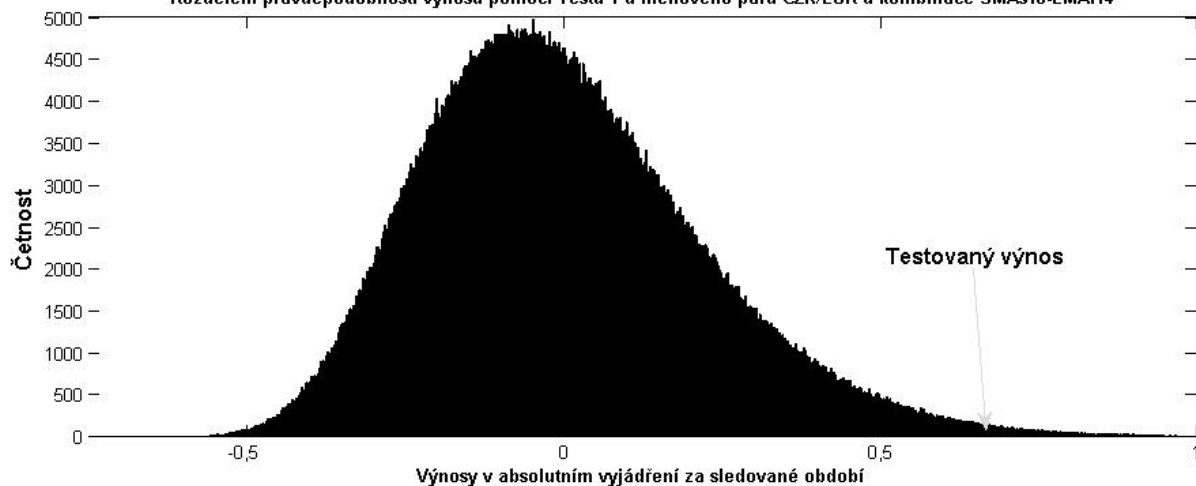
Generované výnosy u měnového páru CZK/EUR při kombinaci EMAs20 a EMAf20

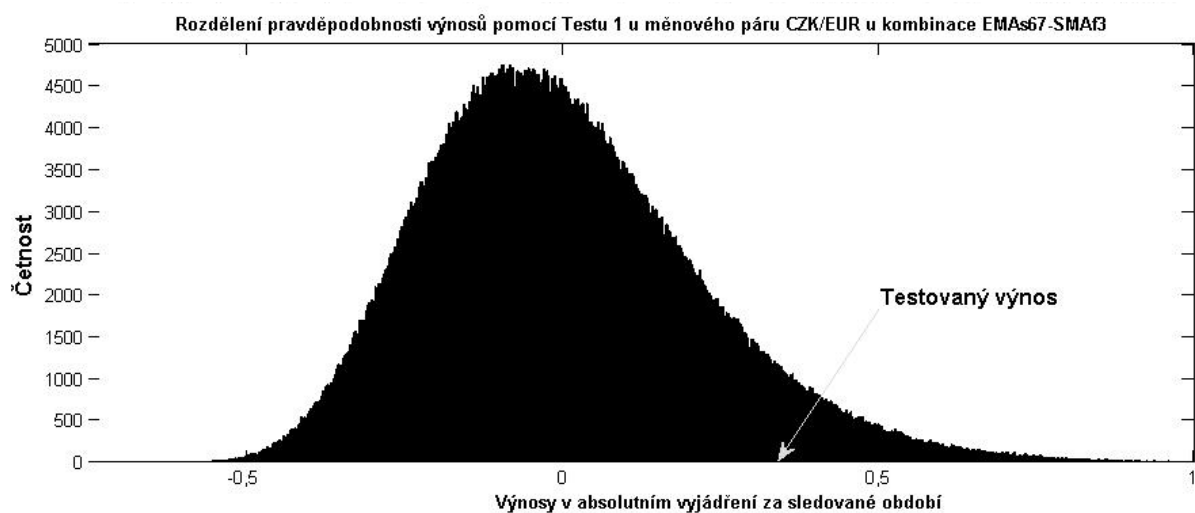
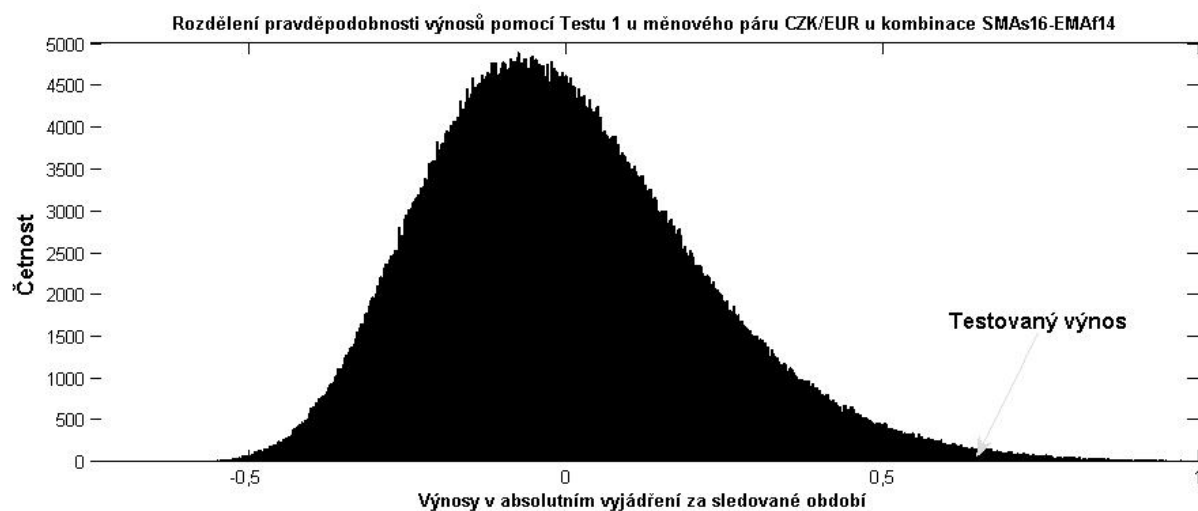


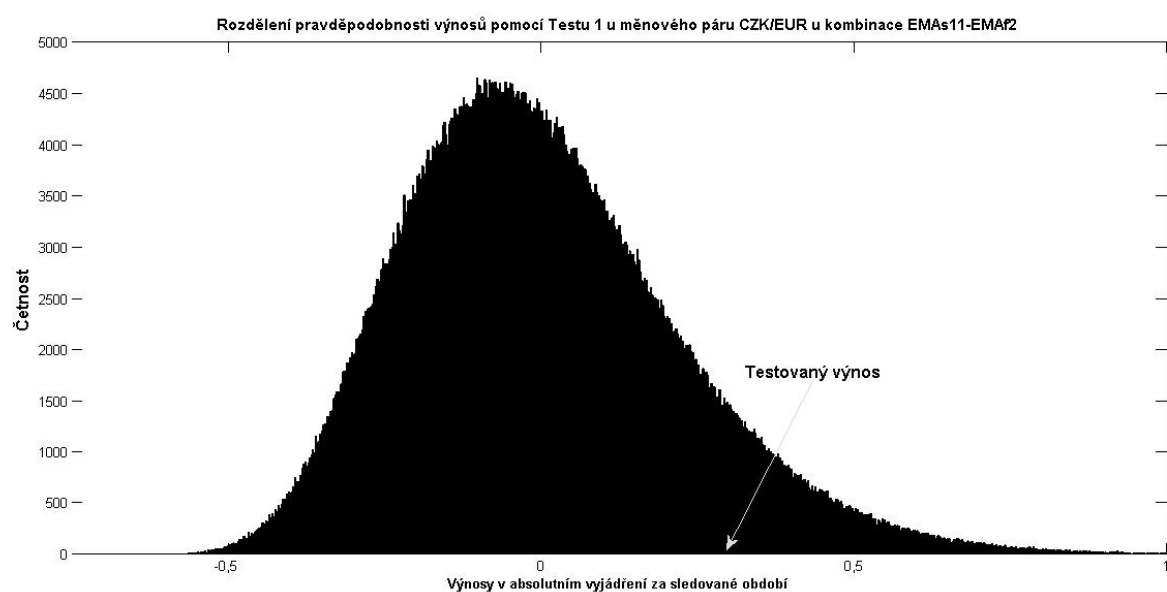
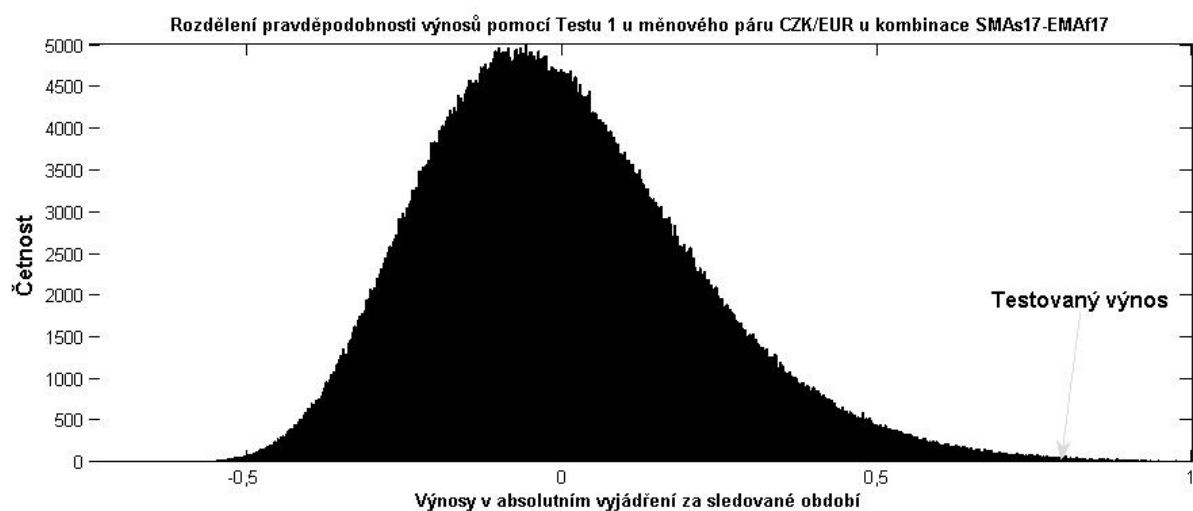
Generované výnosy u měnového páru CZK/EUR při kombinaci EMAs100 a EMAf20

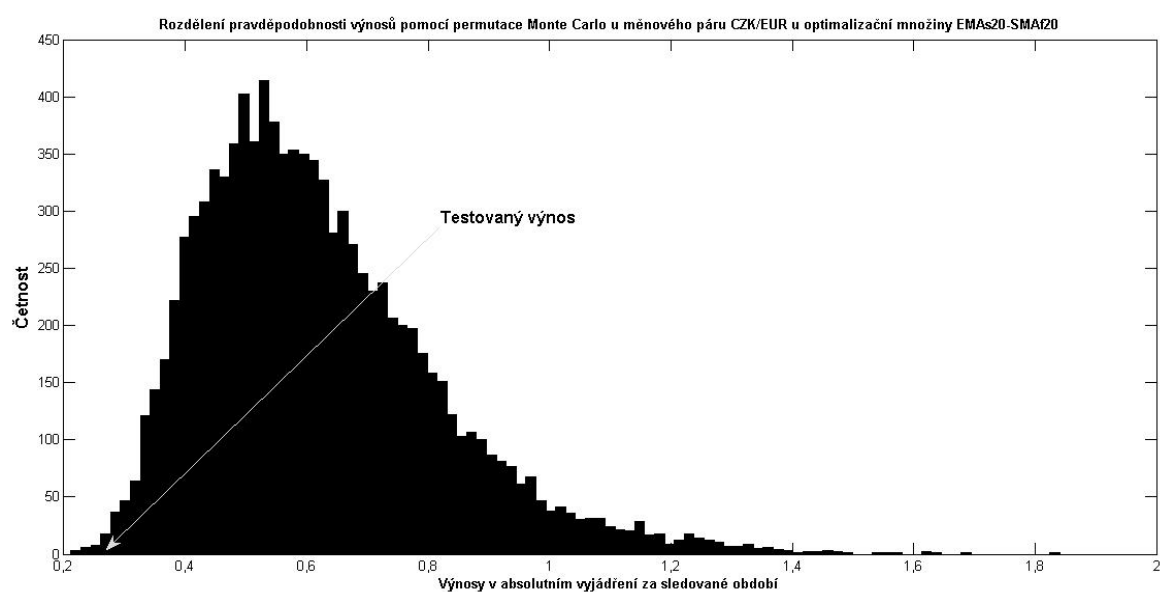
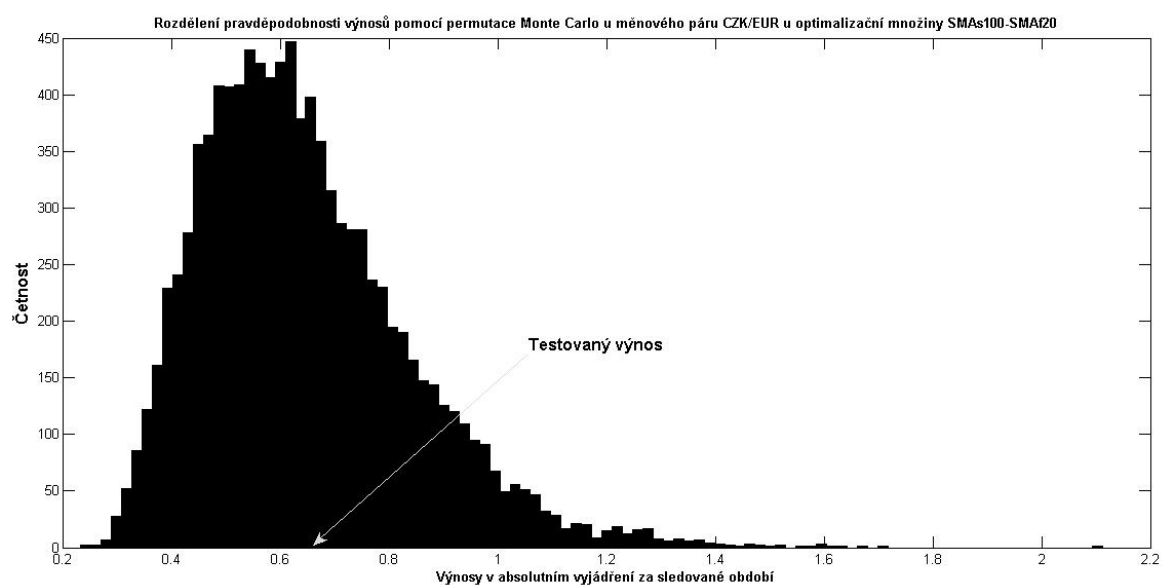
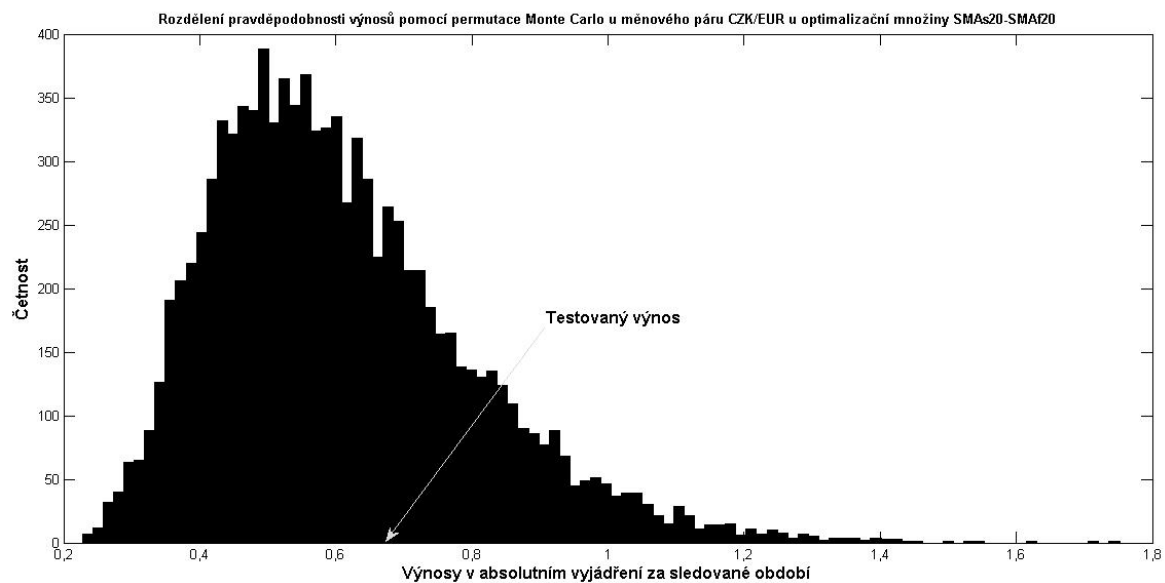


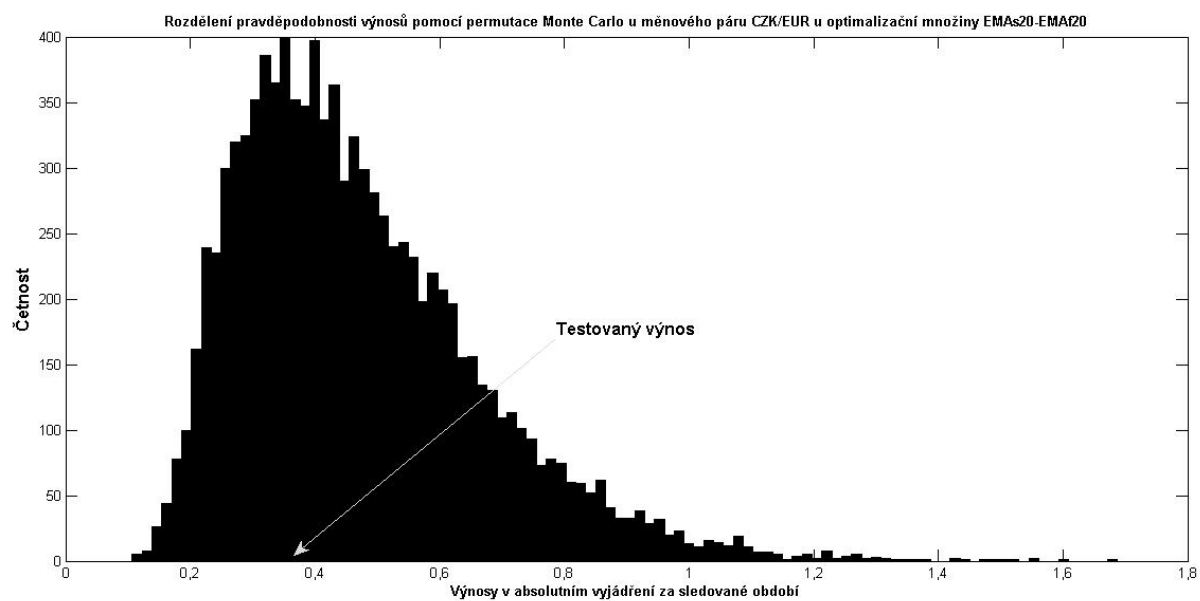
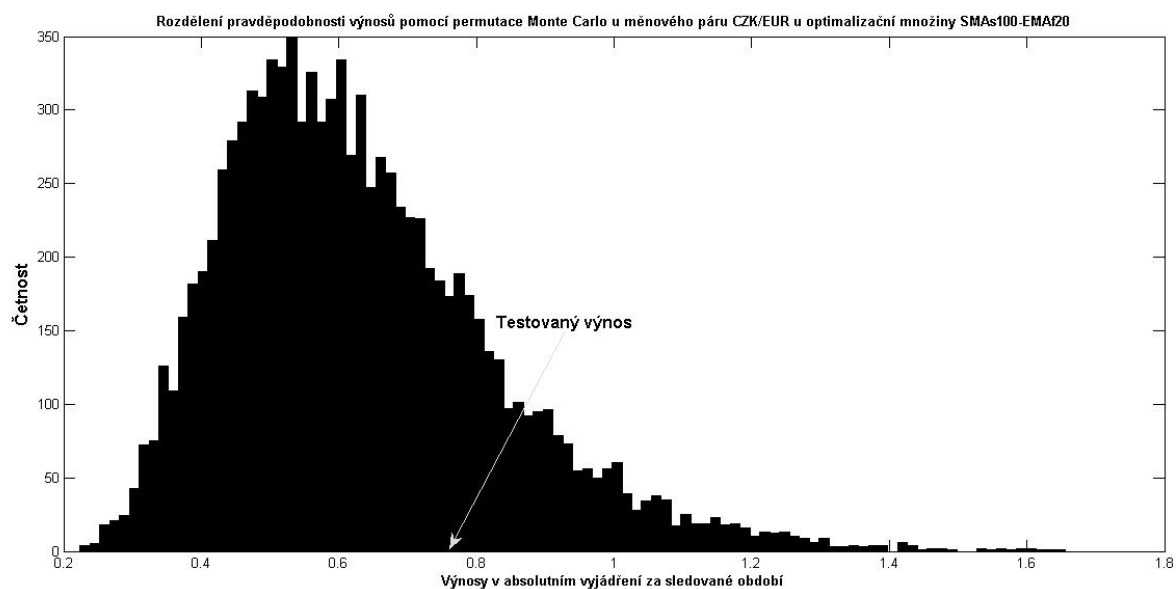
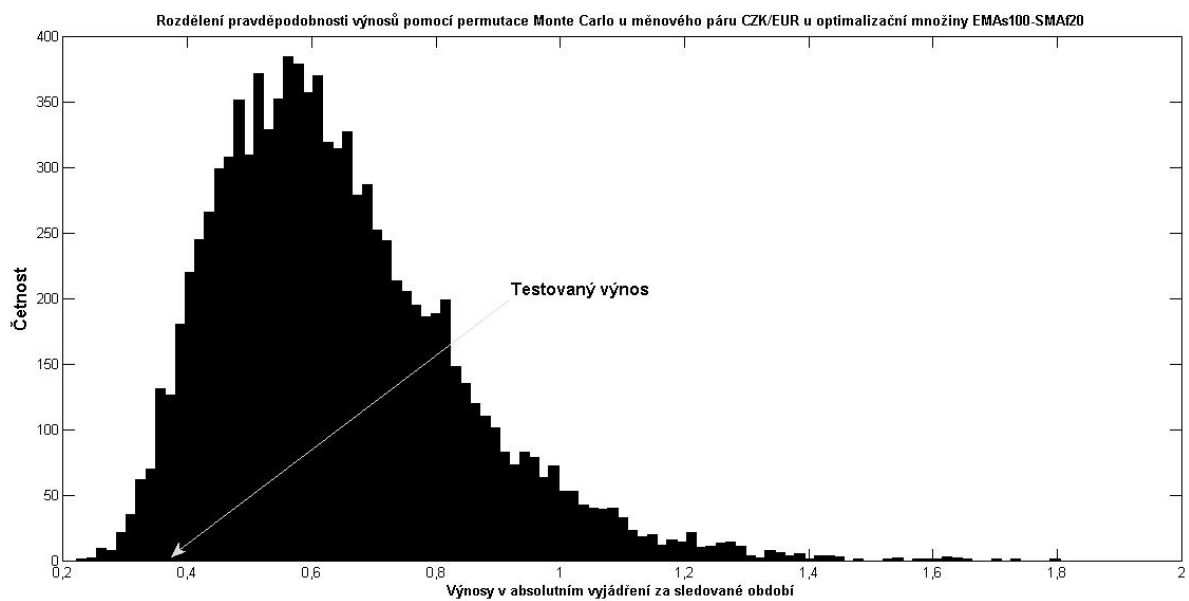
Rozdělení pravděpodobnosti výnosů pomocí Testu 1 u měnového páru CZK/EUR u kombinace SMAs16-EMAf14

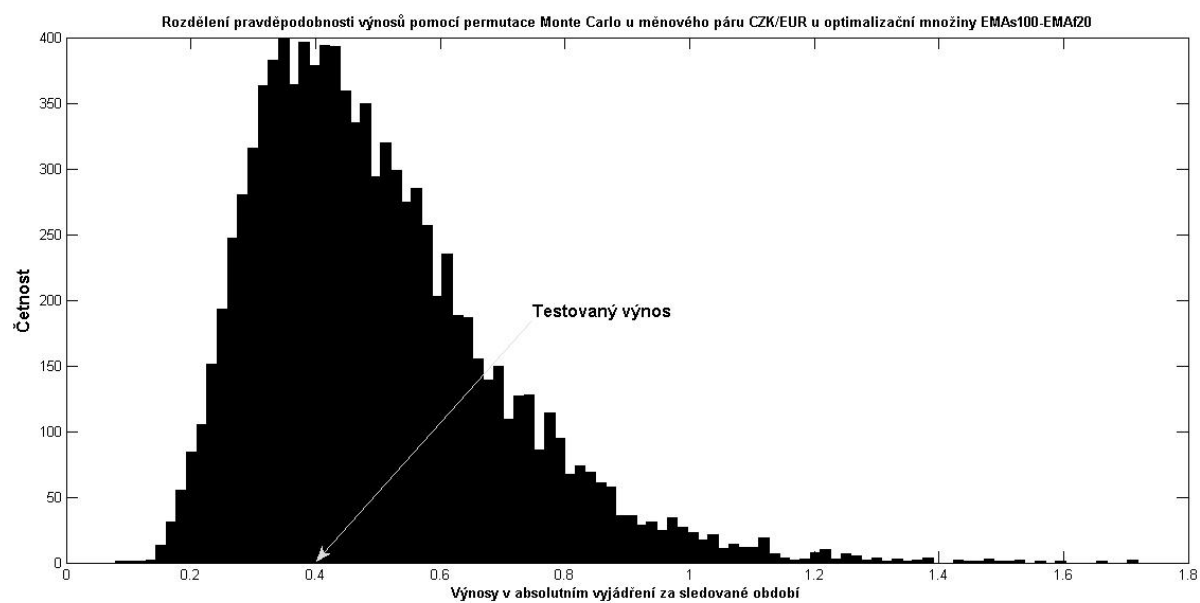












Příloha G – Kódy v Matlabu

```
clear; clc;

load close;

for a=1:100
    for b=1:20
        [signal_y(a,b,:) zisk(a,b)]=generujsignal_y(close, a, b, 101);
    end
end

surf(zisk);

max(max(zisk))

%% test1
clear;
clc;
load close;
[signal_y zisk]=generujsignal_y(close, 100, 2, 101);

returns=close(2:end)./close(1:end-1)-1;
returns=[0;returns];

NTrials=1000000;
for a=1:NTrials
    zisky1(a) = prod(returns(randperm(size(returns,1))) .* signal_y+1)-1;
end
zisky1=zisky1';
hist(zisky1,1000);

pod=sum(zisky1<zisk);
nad=sum(zisky1>zisk);

%% test2
clear; clc;

load close;

for a=1:15
    for b=1:20
        [signal_y(a,b,:) zisk(a,b)]=generujsignal_y(close, a, b, 21);
    end
end
zisk=max(max(zisk));

returns=close(2:end)./close(1:end-1)-1;
returns=[0;returns];

NTrials=100000;
for a=1:NTrials
    perR=returns(randperm(size(returns,1)));
    for x=1:size(signal_y,1)
        for y=1:size(signal_y,2)
            zisky2(x,y)=prod(perR.*squeeze(signal_y(x,y,:))+1)-1;
```

```

        end
    end
    zisky2_max(a)=max(max(zisky2));
end

hist(zisky2_max,100);

pod=sum(zisky2_max<zisk);
nad=sum(zisky2_max>zisk);

function [pozice, zisk] = generujsignaly(close,p1,p2,zacatek)

MAfast=tsmovavg(close,'s',p1,1);
MASlow=tsmovavg(close,'s',p2,1);

MAfast(isnan(MAfast))=0;
MASlow(isnan(MASlow))=0;

OdecteniMatic=MAfast-MASlow;

if zacatek>1
    OdecteniMatic(1:zacatek-1)=0;
end

pozice=zeros(size(close));
for m=1:length(OdecteniMatic)
    if OdecteniMatic(m)>0
        pozice(m)=1;
    elseif OdecteniMatic(m)<0
        pozice(m)=-1;
    else
        pozice(m)=0;
    end
end

returns=close(2:end)./close(1:end-1)-1;
returns=[returns; 0];

zisk = prod(returns.*pozice+1)-1;
zisk40 = cumprod(returns.*pozice+1)-1;

pocetzmen=sum(diff(pozice)~=0)

```